ENVIRONMENTAL INFORMATION FOR THE TWENTY-FIRST CENTURY
INTERNATIONAL FORUM

INFORMATION ENVIRONNEMENTALE POUR LE VINGT ET UNIÈME SIÈCLE
FORUM INTERNATIONAL

Theme Paper Two

Monitoring and Data Management Technology for Environmental Assessment

by

Harvey Croze
Global Resource Information Database

and

Veerle Vandeweerd
Global Environment Monitoring System

United Nations Environment Programme
Nairobi, Kenya

MAY 21–24 MAI 1991 MONTRÉAL, CANADA

Canada

91-06690/

Contents

Introduction 1

Purpose and Scope 3

Techniques for Generating and Managing Environmental Information 4

Monitoring 4
Objectives of monitoring 4
Types of monitoring 5
Monitoring systems 6
Satellite systems 6
Data quality assurance 6

Data management 7
Sources of environmental data 7
Data management systems 8
Tabular database systems 8
Bibliographic and referral database systems 9
Spatial database systems 9
Information system components 10
Classification systems 10
Data centres 10
Communications 10
Metadatabases 11
Development of indicators 11
Environmental indicators 11
Biological indicators 12

Assessments 12

Monitoring and Assessment for Decision-making 14

Global programmes 14
The Intergovernmental Panel on Climate Change 15
The ozone problem 15

Regional programmes 16
Convention on Long-range Transboundary Air Pollution 16
UNEP Regional Seas activities 16
The African elephant database 17

National programmes 17

International Responses 19

Earthwatch 19

Earth Observation System 21

Global Environment Facility 21

Intergovernmental Panel on Climate Change 21

International Geosphere and Biosphere Programme 22

UN Conference on Environment and Development 22

Programme on Environmental Information Systems in Sub-Saharan Africa 22

Issues and Propositions for the 21st Century 23

Data issues 24
Sectoral constraints 25
Regional constraints 25
Geographic scope 26
Subject-area needs 26
Quality assurance and standardization 29
Time factors 30

Technology issues 31
Information systems 31
Satellite systems 32
Telecommunications 33

Implementation issues 33
Co-ordination 33
Technology transfer 34
Cost considerations 35

Acknowledgements 36

Annex I: List of Acronyms 37

Annex II: Publications Describing Major Monitoring Programmes 41

Introduction

Decisions require information. Sound and timely information is necessary for policy formulation and decision-making and for guiding national, regional and global action for the sustainable management of natural resources and the environment, topics dealt with in the first theme paper of this series.

Environmental information is crucial in order to be able to:

- assess the impacts of human activity on the environment,
- manage, in a sustainable way, the natural heritage and world resources in their broadest sense,
- allow for sound and sustainable decision-making, including the incorporation of environmental and costing considerations in the economic decision-making process,
- anticipate environmental degradation of natural resources and prevent costly curative action,
- measure progress towards the achievement of sustainable development, and
- assess the long-term effects of management interventions.

Information is derived from inventory, monitoring and assessment programmes, whether they are global, regional or national. The ultimate objective of providing information to all levels of the global community is to bring environmental considerations to bear on all levels of resource utilization and development. At the very least, information-generation programmes should remove from decision-making the excuse of lack of information.

Environmental problems are frequently tackled in a reactive and haphazard fashion: policies are formulated to address each perceived crisis as it arises. They are forgotten as the crisis passes from public attention, and we move on to head off the next issue. A more proactive approach is needed, that of management for sustainable development. The process should incorporate a long-term strategic framework that enables global environmental problems to be dealt with comprehensively under a common goal. To build this strategic framework, a first requirement is the availability of sound and appropriate information, in a form accessible and usable by all.

Environmental information must be made available to its users in a format suitable for their purposes. Collecting information is not in itself a goal but a means to an end. Ideally, it should occur within a structured framework. The investigation of environmental problems requires the analysis, integration and presentation of many sets of data derived from different sectors. Appropriate data management and integration are necessary to bridge the gap between the information-generators on the one hand and the decision-makers on the other.

An informed citizenry is essential to the development of sustainable management practices. Public information is thus an essential part of any monitoring and assessment activity. The political support for global, regional and national monitoring, the acceptance of the information generated and the development and implementation of environmental policy all rely on the active participation of the global as well as the local population.

About twenty years ago, at the 1972 United Nations (UN) Conference on the Human Environment in Stockholm, the emphasis in the field of information was mainly on the acquisition of data to quantify environmental pollution problems. During recent years, as awareness of the breadth of environmental problems has become acute, the emphasis has shifted from data generation and problem qualification to cross-sectoral information integration, analysis and assessment, to the establishment of cause-and-effect relationships, to the provision of predictive capabilities and early warnings, and to the stipulation of management-option analysis. The traditional sectoral approach to monitoring has been overtaken by a need for a more integrated, multidisciplinary approach to meet the complex requirements of comprehensive environmental assessments.

In 1972, environmental monitoring was not yet a globally perceived need and many countries lacked monitoring capabilities in a variety of fields. With some exceptions, environmental issues were not yet quantified and there was little international co-operation. This situation has drastically changed in the last ten years. Most industrialized countries now have a monitoring mechanism in place, although it may not always be comprehensive. In general, developing countries are still short of monitoring capability, not for lack of interest but for lack of money and because of the pressing priorities of basic human needs. In many countries, vast amounts of often disparate information are available, and these now need to be brought together in integrated evaluations to support the drive for sustainable development. Furthermore, major new technological advances (e.g., remote sensing) are now available to help in the generation of data and in its compilation, analysis, presentation and use. These include powerful microcomputers, Geographical Information Systems (GIS), expert systems, artificial intelligence and simulation modelling. Ready and almost universal access to such tools changes the way we think about and deal with environmental information. It follows from all this that the environmental monitoring which generates such information must now operate differently than it did 20 years ago.

Purpose and Scope

This paper will outline major issues associated with the acquisition, storage, management and communication of environmental data and information. First, it will focus on the tools and techniques for the generation and management of environmental information for policy formulation and decision-making. It will then present some examples of existing monitoring and assessment programmes which have successfully contributed to the sustainable management of the environment. The paper will next highlight some of the global responses aimed at improving the generation, management and uses of environmental information. The final section will review the major issues addressed.

Techniques for Generating and Managing Environmental Information

Monitoring is the systematic, continuous, institutionalized collection, analysis and reporting of data and information. The first step in a monitoring programme is a baseline inventory, and monitoring may be viewed as a planned and orderly time series of inventories.

Assessment goes further. It entails the integration and evaluation of information on one or more elements of the environment, using data-handling techniques to produce a description of states and trends, possible cause-and-effect correlations, future projections for forecasting and early warning, and policy and management options. (Theme Paper Three deals in greater detail with reporting of environmental information).

Monitoring

Objectives of monitoring

Monitoring programmes are carried out for a multiplicity of reasons, including, for example:

- the establishment of baseline conditions to measure the impact of global change on these conditions (e.g., the World Meteorological Organization (WMO) Global Atmosphere Watch programme);
- the description of the status of, and trends in, environmental conditions and processes and the rate of observed changes (e.g., monitoring programmes conducted within the framework of the Global Environment Monitoring System (GEMS), including the Background Air Pollution Monitoring Network (BAPMoN), GEMS/WATER and GEMS/AIR);
- the development of resource inventories (e.g., the Food and Agriculture Organization/United Nations Environment Programme (FAO/UNEP) and the Global Assessment of Tropical Forest Resources);
- the collection of data for modelling and prediction purposes and for the validation of developed models (e.g., the International Geosphere and Biosphere Programme (IGBP) and greenhouse gases monitoring (GGM) programmes);
- the collection of data for guiding policy decisions and the development and management of resources (e.g., desertification assessment);
- the collection of information to set policy and action priorities (e.g., in national programmes, such as the USA's Environmental Protection Agency (EPA));

- the evaluation of project/programme performance and of the effect of management interventions;

- the evaluation of adherence to and impact of international agreements, national and international control policies and management decisions (e.g., World Conservation Monitoring Centre (WCMC) and Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES));

- the capacity for advance warning of environmental threats (e.g., the FAO Global Information and Early Warning System (GIEWS)); and

- the enhancement of public information and awareness (e.g., the World Resources Institute (WRI) World Resources Report and the UNEP Environmental Data Report).

Types of monitoring

Monitoring programmes are mostly sectoral in nature, dealing with forests, desertification, air quality, ozone concentration and the like. Multisectoral and integrated monitoring is, however, receiving increasing attention at the national and international levels (e.g., the European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP), the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization's Man and Biosphere Programme (UNESCO MAB) and the United States Environmental Protection Agency's Environmental Monitoring and Assessment Program (EPA/EMAP)).

There are a number of types of monitoring:

- chemical monitoring (e.g., of pollutants)

- physical monitoring (e.g., soil erosion)

- biological monitoring (e.g., status of fauna and flora)

- monitoring of processes and phenomena (e.g., desertification, deforestation, biomass changes)

- monitoring of fluxes and geochemical cycles (e.g., global phosphorus cycle)

- data reconstruction from the past, proxy monitoring (e.g., lake and peat coring, ice cores, tree rings)

- ecological monitoring (e.g., ecosystems, populations)

- socio-economic monitoring and welfare indicators (e.g., infant mortality, gross domestic product (GDP))

- resource inventories (e.g., global forest cover, inventory of land resources)

Monitoring systems

A range of techniques can be used to generate environmental information. Land-based monitoring programmes can comprise the following: total census, area frame sampling (systematic, random, stratified-random), mobile regional monitoring teams, established monitoring networks of fixed stations, questionnaires, spot checks and point samples. Monitoring using remote sensing can employ many of the above data-collection strategies, with its advantage of broader and quicker coverage using satellite sensors and human or automated observers in light aircraft. The GEMS ecological monitoring approach uses three tiers: ground (fixed and mobile sampling), air (low-flying light aircraft) and space (earth resources satellites) (Clarke, 1984).

Satellite systems

Undeniably, the world community benefits from the fact that the cost of satellite systems is borne by a few countries which can afford the enormous research and development (R&D) investment. If it were necessary to pay the real cost, certainly no one apart from researchers in a handful of the richest countries would bother. Despite heavy subsidies, higher-resolution satellite data (either digital or photo products) are not cheap: typically, they cost US$ 2,000-10,000 for a "scene" 100-200 kilometres square, depending on the degree of processing and enhancement required. This is bearable for project-level use, but not for, say, country-wide analyses. Data from a device on the National Oceanographic and Atmospheric Administration's NOAA-x series of satellites, the so-called Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR), are much less expensive, and produce impressive views of African or even global vegetation. The cost of the data is only a few hundred dollars, and they can be analyzed on relatively inexpensive PC-based hardware/software systems. However, the finest resolution of the AVHRR is a one-kilometre square picture element.

The recent announcement by EOSAT — the commercial vendor of the National Aeronautics and Space Administration (NASA) and for NOAA products — that data older than two years can now be purchased for virtually the cost of copying the computer tape and the medium itself is a significant breakthrough in making the data available to a much wider audience. Perhaps it heralds the day when satellite information on earth resources will be as readily available and generally usable in development activities as, say, four-wheel-drive vehicles.

Data quality assurance

The value of monitoring ultimately rests on the quality of the data collected. Besides having a valid statistical basis and a proven data-collection methodology, any viable monitoring activity must have a quality assurance programme that measures and promotes the reliability of the data collected (e.g., GEMS, Oceans and Coastal Areas Programme Activity Centre (OCA/PAC)). The programme should embrace the whole spectrum of monitoring, from data collection through data analysis to reporting.

Quality assurance (QA) is required to guarantee the generation of data of suitable quality to address the defined aims of the monitoring programme. QA involves a set of activities that ensure the accuracy, representativeness and comparability of data. Besides the production of accurate analytical measurements, a sound data quality programme requires a representative and meaningful sampling programme, a suitable storage and pre-treatment procedure for samples following collection and prior to analysis, and accurate and meaningful data-validation procedures.

QA programmes are supported by the use of reference materials, national and international inter-calibration of the methods and equipment of different laboratories, and internationally standardized methodology development (e.g. GEMS, OCA/PAC). Current QA programmes are carried out in great detail in specific sectors to support the monitoring of, for example, particular air or sea-water constituents. In many cases, training and technical support, including maintenance of equipment, are essential to enable participating countries to comply with the QA standards set for a certain monitoring programme. The cost of these activities means that they are not usually very high on the list of priorities in developing countries.

Data management

The data and information generated through monitoring programmes need to be stored, analysed, interpreted and presented. The resultant compiled information can then be used for the production of sectoral or multisectoral, topic-specific or integrated assessments. A comprehensive data management system is required.

Sources of environmental data

Data generated by environmental monitoring programmes provide only one source of the information that is required for comprehensive assessments. Other sources include:

- national and international state of the environment (SOE) reporting
- research studies and the resultant open literature, mainly from universities or national research institutes
- regional, national and local studies conducted for a variety of purposes but related to the environment
- remote-sensing satellite systems
- "one-off" resource inventories
- inventories of human activities related to resources (e.g., forest, agricultural and fishery data, FAO) or having an impact on resources (e.g., energy production), including World Bank reports containing basic socio-economic data on all countries in the world

- production/consumption of statistical collections
- standard map-based, atlas-type sources of, for example, topographic, cadastral and hydrological information
- background chemical, physical, meteorological and socio-economic statistics collected by sectoral bodies on a regular or *ad hoc* basis

When analysing or using data from such sources, it must be borne in mind that the data are often generated using different sampling schemes, scales, recording methods, QA standards and classification systems. More often than not, data derived from different sources are difficult to compare and combine in time series, tabular or spatial analyses.

Moreover, since monitoring programmes are usually sectorally conceived, the data and ensuing assessments they generate often present a narrow view of the true environmental situation. Multisectoral data integration contributes to the provision of comprehensive assessments and the establishment of cross-correlations, and leads to hypotheses of cause and effect. Indications of causes are essential for guiding policy-making and management.

Data management systems

Data derived from different sources can be stored and managed using a range of computer-assisted technologies.

Tabular database systems

The simplest tabular database is an *x*-*y* table. Computerized spreadsheets can store and manipulate very large tables of *x* columns and *y* rows. The manipulation consists of arithmetic, logical or physical (copy, move, fill) operations between rows, columns and blocks of cells. Reports on all or part of the table can be sent to the screen or the printer. Any information that can be quantified — from gross national product (GNP) to elephant birth rates — can be accommodated.

If the features of the spreadsheet are enhanced to include the possibility of constructing and seeking out more complex relations between parts of the table or between the table and other tables, then the system becomes a relational database management system (DBMS). Most popular spreadsheets — for example, Supercalc, Lotus 1-2-3, Quattro — have evolved features which bring their capabilities closer to the common, powerful database management systems, such as dBase, Rbase and Oracle.

Perhaps one of the most important features of a DBMS is that the tedious business of entering the data into the table need be done only once. From then on, a vast number of relationships can be constructed using the command language — or instruction set — of the DBMS. The data can be edited from the DBMS "shell" or modified through in-built calculator features or user-defined sets of rules. Complex models can be constructed and run to test countless hypotheses and altered assumptions without compromising the integrity of the database itself.

Management information systems use a DBMS that has been specially tailored to track the efficiency, output and project status of a particular corporate operation.

Bibliographic and referral database systems

Bibliographic and referral systems are database management systems which point to information in the literature or in specialized sources (e.g., laboratories and agencies). Many, such as FAO's Forest Information System (FORIS) and Biological Abstracts, are subject-specific. Others cross-reference a range of sources, such as UNEP's International Referral System on the Environment (INFOTERRA), and the UN's Agency Coordinating Committee Information System (ACCIS). Some are commercial and most appear to be in the public domain. The expense occurs in accessing the systems through a telecommunications server, such as The Source or Compuserve.

Spatial database systems

With the need to integrate data and produce maps to guide operations on the ground (e.g., city planning), geographic information systems (GIS) began to be developed in computer environments in the 1960s. However, a GIS is not only a producer of maps — computer-aided drafting and cartography do that well enough. GIS can be used to combine and manipulate spatially referenced information to produce new information, which is also spatially referenced. For example, the cell in a DBMS table tells "how much" or "of what type." Since a GIS is usually coupled to a DBMS, a polygon generated by a GIS can not only be linked to this "how-much/what-type" information, but can also map where on the earth's surface those conditions occur. By answering the questions what and where, GIS brings the user one step closer to action.

There are two generic sorts of GIS: vector and raster. Vector systems use topological manipulations of points, lines and polygons to build spatial relations. Raster systems use *x-y* grids of geo-referenced numerical data to build composite "pictures," like a TV screen, which is, in fact, a raster display unit. Vector systems are particularly good for manipulating conventional map data, while raster systems lend themselves to the analysis of satellite data.

The power of GIS to integrate data from disparate sources using different classification systems (e.g., tables, maps, satellites) by means of the common denominator of geographical location, makes it particularly useful for complex environmental assessments. UNEP's Global Resource Information Database (GRID) system uses both vector (e.g., ARC/Info) and raster (e.g., Earth Resource Digital Analysis System (ERDAS), Land Analysis System (LAS), ELAS, IDRISI, Spatial Analysis System (SPANS)); the European Community's Coordination of Information in the Environment (CORINE) and the UNEP/World Conservation Union/World Wildlife Fund (IUCN/WWF) World Conservation Monitoring Centre use ARC/Info.

Information system components

The various types of data management systems mentioned above have certain common operational elements which must be considered irrespective of the type of system. Although designed to enhance the tractability and usability of information, these elements often add to the complications of integrating information.

Classification systems

There are nearly as many methods of classifying types of information attributes as there are workers doing the classifying. Thus, there are no universally accepted systems of classifying soils, vegetation and landcover in environmental fields today. This is partly because such phenomena do not lend themselves to simple statistical expressions (e.g., densities per unit area or numbers per capita) and partly because the original classifiers often had different objectives in mind.

Data centres

There is a tendency to house data in centres. In part, this is a throwback to the days when ledgers needed lots of dry shelving and when, later, adequate computer power meant huge machines in large, air-conditioned rooms. Today, the main reasons left to justify centres are organizational: there needs to be a central responsibility for standardized and reliable data input, storage, back-up and updating. With increasing power and decreasing costs of computers, decentralization of work stations and portions of the databasing responsibilities becomes feasible. The World Data Centres for meteorology in Washington, Melbourne and Moscow have set a pattern for decentralization which is being picked up, for example, by the growing network of GRID centres (e.g., in Nairobi, Geneva, Arendal, Sioux Falls and Bangkok).

The role of data centres is thus changing in emphasis from being points of concentration to becoming points of dissemination, and, in time, the management of distributed networks will become the rule rather than the exception. The same development will be seen at both the national and the international levels. Thus, national bureaus of statistics will become, we predict, national mechanisms for information exchange.

Communications

Information is exchanged by word of mouth (or body language), on paper (text or graphics) or electronically (voice, text, graphics, video). The technology of electronic data exchange is just beginning to move out of the entertainment/news media realm to that of data. Faxes are ubiquitous, and information "on line" is practically commonplace for those who have access to a telephone, a properly configured computer and money to pay for system access. On-line databases (such as Biological Abstracts or the Official Airline Guide in the private sector and INFOTERRA and the International Cleaner Production Information Clearinghouse (ICPIC) in the international public realm), higher-level communication services (such as Dialog and The Source (commercial) and Greenet (public)), and the communications systems they access (such as Bitnet and Telenet) lend themselves primarily to the sending and receiving of textual or tabular data via commercial telephone services.

In theory, any computerized data can be transmitted as bits in binary form. Transmission rates are limited primarily by the rules of postal and telecommunications authorities and the speeds at which commonly available modulator-demodulator devices ("modems") can transform and transmit data over telephone lines. There are no technical reasons why data cannot be sent two or three orders of magnitude faster than at present.

Such data exchange modalities demand a certain conformity — for example, ASCII text (strings of formatless alphanumeric characters) or 7-bit computer "words" — in order to ensure that the computer at the other end does not interpret what it receives as gibberish. Despite their proprietary internal methods of data organization, most software systems can output to standard text formats, so that a word-processing system can "pick up" information from a spreadsheet system and vice versa. There is, in short, little impediment to virtual universal data exchangeability.

Metadatabases

The proliferation of databases has lead to the development of so-called "metadatabases," which are databases containing information on data. UNEP's INFOTERRA is, in part, such a system; it does not provide the data themselves, but rather information on the sources that contain the data. Similarly, the World Health Organization/European Office's (WHO/EURO) Environmental Health Information System points to external sources. GRID is developing a metadatabase to keep track of its own spatial data holdings. The German-supported UNEP office for the Harmonization of Environmental Measurement is developing a metadatabase on existing monitoring and assessment information, the programmes which generated it, their mode of operation and their reporting structure.

Development of indicators

Data-integration efforts are under way to enhance the usability and the ease of interpretation of environmental data and information (see also Theme Paper Three). Two of these data-integration techniques are briefly outlined below.

- **Environmental indicators**

Environmental indicators are currently under development (e.g., by the World Resources Institute (WRI), the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) and other institutes) that will allow environmental information to be integrated and presented to policy-makers in a format suitable for their requirements. However, the need for validation of the indicators should be stressed: indicators must be field-tested prior to promotion for wide use. Extreme care should be exercised in using indicators to rank countries' contributions to specific pollution problems, or for country-specific weighting (e.g., with regard to population, GNP, industrial development, production and consumption).

The construction of environmental indicators may be predicated on the following information flow:

- conditions in the field

- generation of environmental data through techniques such as monitoring and remote sensing
- validation, analysis, compilation and evaluation techniques
- indicator derivation
- indicator validation by field-testing
- promotion of indicator use

- **Biological indicators**

Biological measurements often give a well integrated indication of the pollution and environmental stress experienced by different ecosystems. Inasmuch as it measures organisms' responses to changes in their environment, biological monitoring can provide information on the integrated, end-point effects of environmental conditions and contaminants. An example is the Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC)/ UNEP Global Mussel Watch programme. In the 21st century, there will be an increasing need to have a set of sensitive sentinels, or "global pit canaries," to provide indications of environmental degradation or improvement in the ecosystem as a whole (e.g., freshwater resources, urban environments, forest health).

Assessments

An environmental assessment is the end point of the data-collection and data management process. Policy decisions and management action require more than tables and graphs: there must be informed interpretation as well. Most assessments are still done by expert analysis: individuals or groups synthesize and interpret the available information in a classical procedure of review, analysis, consensus and reporting. Comprehensive assessments cannot be done by those who monitor and those who handle the data alone. They must be done in close partnership with the sectoral experts who are ultimately responsible for the scientific basis of the information collected.

Compiled and validated information is increasingly being evaluated by human experts using computer-assisted techniques, such as statistical analysis, GIS (for combining and analyzing spatially related information), simulation modelling, scenario development (using any of the foregoing techniques) and expert system procedures. Expert systems use artificial intelligence techniques to incorporate heuristic knowledge — sets of rules created by subject-matter experts — into procedures for interpretation, prediction and decision-making. Although the use of such "knowledge-based" techniques in environmental assessment is still new, the incorporation of human knowledge through rule-based reasoning for statistical, numerical, non-numerical and spatial analyses will undoubtedly add a new dimension to the management of natural resources, at both the national and the global levels.

There is increasing pressure on environmental assessors to take the process as far as possible, working with sectoral experts to develop packages of management options for the decision-makers, who will have the ultimate responsibility for drafting legislation, altering policy and deploying management troops in the field.

Monitoring and Assessment for Decision-making

It is impossible within the scope of this paper to review all major ongoing monitoring activities. A list of publications describing major monitoring programmes is provided in Annex II. To illustrate the link between monitoring and the policy making process, a selection of ongoing monitoring programmes will be reviewed briefly in the following paragraphs.

Global programmes

Global monitoring programmes are relatively few in number. It appears that comprehensive international-level assessments can only be obtained in a selected number of cases where sufficient information exists. Even at the national level, comprehensive assessments have often been hampered either by a lack of information or by the inability to integrate it. Therefore, global assessments on a particular topic of importance should be made at regular intervals, as longer time series and better quality monitoring data and research results become available and as political circumstances change. Only then will it be possible to follow environmental changes over time, establish the nature of the trends, and obtain an indication and understanding of the causes of those trends for all major environmental issues.

Global environmental monitoring is currently inadequate in terms of providing policy-makers and environmental managers with the information they need for the sustainable development of natural resources and the prevention of pollution. Our view of the state of the environment is deficient in most areas. The gaps in knowledge can only be filled by a better definition of what type and amount of information global monitoring should provide, and by a clear understanding of what is needed and what is possible. This should involve a logical chain of coherent requests. Ideally, the decision-maker should say to scientists and analysts: "I need information here and there." The scientist should say to the technicians and data producers: "Give me information on this and that." But such dialogues take place only rarely; each group remains more or less in the dark about what the others really need and what they are capable of producing or absorbing.

Data compilation on a global scale from disparate sources occurs quite often. FAO, for example, compiles annual data on land use, production and trade in areas such as agriculture, livestock, forestry and fisheries. GEMS/MARC (Monitoring Assessment Research Center) compiles global data in biennial Environmental Data Reports, while the UN Statistical Office (UNSO) publishes the Energy Statistical Yearbooks. Data on population appear in the Demographic Yearbook and in different publications of the UN Population Division. The International Register of Potentially Toxic Chemicals (IRPTC) collects data on many aspects of dangerous chemicals, including legislation; WCMC monitors endangered species and the protected areas of the world; and GRID stores global

map-based and satellite-derived data, both in static form and in time series (e.g., global vegetation index). The WRI report is a major compilation and review of a range of environmental topics.

The following two examples illustrate how global environmental monitoring and assessment have been successfully applied in the international decision-making field, leading from assessments to negotiations on a convention.

The Intergovernmental Panel on Climate Change

In 1985, with support from UNEP and WMO, and working under the Scienfitic Committee on Problems of the Environment (SCOPE) programme of the International Council of Scientific Unions (ICSU/SCOPE), the International Meteorological Institute in Stockholm prepared an assessment of actual knowledge concerning the problem of climate change caused by increasing greenhouse gases in the atmosphere. In continuation of this scientific assessment, UNEP, in co-operation with the Stockholm Environment Institute, convened a meeting in Villach and Bellagio in 1987 to consider the socio-economic and political implications of the increase in greenhouse gases and the political options for adapting to or limiting their effects.

In November 1988, as a consequence of the above activities, WMO and UNEP established the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) to follow up on the earlier assessments at the scientific, environmental impact and political levels. The IPCC report was published in August 1990. It was reviewed by the WMO/UNEP/UNESCO/FAO Second World Climate Conference in November and adopted by the United Nations General Assembly (UNGA) in December 1990.

As a follow-up to the report, UNGA set in motion a governmental negotiation process on a climate convention, starting in Washington, DC in February 1991. A special secretariat for this process will be established in Geneva. The success and effectiveness of a future climate convention is to depend largely on the provisions made for developing countries. Action to strengthen their capacity to collect and analyse climate-change data, assess the impacts of climate change and identify response options is a necessary prerequisite.

The IPCC process described above, from assessments — in the Earthwatch context — to negotiations on a convention, is a good example of how an integrated assessment process involving UN agencies, international scientific organizations and governments should operate.

The ozone problem

In 1977, following the scientific disclosure in 1974-75 that chlorofluorocarbons (CFCs) emitted into the atmosphere could endanger the stratospheric ozone layer, UNEP convened a meeting of international experts to discuss what mitigating activities should be undertaken under Earthwatch. The decisions of this conference led to the creation of the Coordination Committee on the Ozone Layer. From 1979 to 1985, this Committee was in charge of a continuously evolving assessment process that resulted in the annual publication of a report

on findings in the area and, in 1985, of a comprehensive assessment report. The assessment process led, in turn, to governmental negotiations for a convention on the ozone layer, which was adopted in Vienna in 1985.

As new evidence of the harmful effects of CFCs and related substances on the ozone layer became available, UNEP called a further meeting in Montreal in 1987. That conference adopted a first protocol to the Vienna convention on gradual prohibiting of emissions of CFCs. Activities aimed at strengthening this protocol are still going on, co-ordinated by the Secretariat for the Ozone Convention within UNEP in Nairobi. The ozone depletion issue is another successful example of the Earthwatch process, albeit one which was initiated almost by chance.

Regional programmes

Regional monitoring programmes are usually geared towards specific regional problem areas. Regional organizations tend to tailor their monitoring programmes, data assembling and reporting efforts to the particular realities of their members. For this reason, data assembled and reported in one region might not be of relevance in another. Examples of regional monitoring and data compilation and assessment programmes include the Economic Commission for Europe (ECE) forest statistics, OECD pollution flows and the EMEP and NAPAP programmes.

In a number of these programmes also, the monitoring process has led to the development of control policies and to the formulation of, or amendments to, international conventions.

Convention on Long-range Transboundary Air Pollution

During the late 1970s, the European Monitoring and Evaluation Programme (supported by the ECE, WMO and UNEP) set up a co-ordinated air-pollution monitoring network in Europe. This network provided the basic data that served as background for the development of the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, which came into effect in March 1983.

In 1984, evidence of declining forest health reported by many European countries led to the establishment of the International Co-operative Programme on the Assessment and Monitoring of Air Pollution on Forests. This programme was launched in 1985 under the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Since 1986, the programme, supported by UNEP, has produced annual surveys on forest damage in the ECE region.

UNEP Regional Seas activities

Under the auspices of the UNEP Oceans and Coastal Areas Programme Activity Centre and in co-operation with numerous specialized agencies and organizations (including FAO, the International Atomic Energy Agency (IAEA), the International Marine Organization (IMO), IUCN, WHO, WMO and UNESCO/IOC) assessments of the environmental status of regional seas and coastal areas have been carried out in many parts of the world, starting

with the Mediterranean in 1974. Numerous national and regional reports on the state of the marine and coastal environment have been published, and have provided the basis for Regional Seas action plans and management measures to control the problems identified. Regional marine-pollution assessment and control programmes have been organized to identify and correct critical pollution problems, and national and regional contingency plans have been developed to respond to marine-pollution emergencies. The effective implementation of these measures involves a painstaking process of capacity-building, so that all coastal States — particularly the developing countries — can achieve effective management and sustainable development of their coastal areas and resources. UNEP and IOC have also organized regional task teams to prepare assessments of the effects of predicted climatic changes and sea-level rises in coastal areas.

The African elephant database

The compilation of all existing African elephant data within UNEP's GRID began in 1986 as a co-operative effort by the European Economic Community (EEC), WWF and the Elsa Foundation at UNEP in Nairobi. The analysis using GIS allowed for both the modelling of population densities outside of survey areas and the analysis of environmental and socio-economic constraints on the population. This status-trend assessment was brought to the attention of the European Parliament and led directly to the altering of the status of the species within CITES and the resultant world-wide ban on ivory trade in 1989.

National programmes

The extent to which national monitoring programmes are conducted varies widely in different regions of the world. Developed countries often have many extensive, and sometimes overlapping, monitoring activities. For example, in Japan, air-pollutant concentrations are monitored hourly at 1500 stations. On the whole of the African continent, however, only a few air-quality monitoring stations are operative.

Monitoring programmes are conducted in the industrialized world by a multiplicity of organizations: national, regional and local government authorities, universities and research institutes, non-governmental organizations (NGOs) and the like. Donor support is the rule, more often for the establishment of programmes than for their long-term operation.

Most national-level monitoring activities are sectoral and are determined by the priorities of the country in question. Data are collected in response to specific policy questions and the exigencies of reality. This invariably leads to skewed data availability: abundance in one area, deficiency in others.

Comprehensive overviews of the national environmental resources and situation are found in the state of the environment (SOE) reports. In a "shot-gun approach" reminiscent of that used for the 1972 Stockholm conference, the production of SOE reports from *all* countries has been set in motion by the preparatory process leading up to the UNCED conference.

Increasing numbers of governments — albeit mainly those in the industrialized world — are establishing long-term monitoring programmes on major critical environmental issues, sometimes according to internationally agreed procedures and within an international framework. Issues covered by national monitoring programmes include human population, health and energy use; flows of anthropogenically created materials; the state of air, land and water; the status of the biosphere, living organisms and their habitats; land use and misuse; resource extraction and refinery; ocean exploitation; threats to coastal areas; and the use of freshwater. Socio-economic indexes are also covered by most national governments, particularly in the more industrialized countries.

Regional and global assessments often depend on data collected through national monitoring networks. Therefore, countries need to harmonize their national monitoring and assessment methodologies. Examples of the successful standardization of data collection, analysis and reporting procedures among many different countries — making it possible to compile information for global and regional assessments — can be found in the World Weather Watch (WWW). Co-ordinated by WMO, the WWW is successfully collecting, assembling and disseminating data on the state of the atmosphere through its Global Telecommunications System and a network of national meteorological stations, and is supplemented by an international network of observing systems based on ground, air, sea and in space.

International Responses

There are a number of ongoing programmes which, either explicitly or implicitly, are aimed at contributing to the international co-ordination of environmental monitoring and assessment.

Earthwatch

Earthwatch is the environmental monitoring and assessment arm of the United Nations. Established in 1972 by the United Nations Conference on the Human Environment, it is co-ordinated by UNEP in accordance with the mandate conferred on it by the United Nations system. Earthwatch was established to:

- identify and assess major environmental problems;
- continually review the world environmental situation in order to ensure that emerging environmental problems of wide international significance receive appropriate and adequate consideration by governments; and
- promote the contribution of relevant international scientific and other professional communities to the acquisition, assessment and exchange of environmental knowledge and information and, as appropriate, to the technical aspects of the formulation and implementation of environmental programmes within the United Nations system.

Over two decades, the use of environmental information evolved, moving from an emphasis on *qualifying* problems to *applying* information in policy-making at all levels of society. To reflect this shift, the mandate of Earthwatch had to be revisited. Accordingly, at its 1982 Session of Special Character, the Governing Council (GC) of UNEP reviewed the major achievements in the implementation of the Action Plan for the Human Environment adopted by the Stockholm Conference and decided that the basic orientation of the Earthwatch Programme for 1982-1992 would be to:

- improve early-warning indicators of significant environmental changes;
- improve the planning and co-ordination of monitoring at the global and regional levels;
- produce concrete assessment statements for important environmental problems and their human health, social and economic implications; and
- promote the establishment of reliable global, regional and national environmental statistics and state of the environment reporting as a basis for evaluating major trends and deciding on any necessary action.

In 1988, these guidelines were incorporated into the System-Wide Medium Term Environmental Programme (SWMTEP) for the period 1990-1995. SWMTEP elaborated further on the objectives of Earthwatch, which were to:

- accumulate and improve reliable and comparable scientific and technical information about environmental issues, and develop and apply a means of collecting, storing, retrieving and processing such information that will make it readily available to decision-makers and specialists; and

- provide comprehensive assessments of environmental issues on the basis of socio-economic data and data on the major components and processes of the global and regional environments, in order to appropriately monitor the transition towards sustainable development.

In 1989, the UN General Assembly reaffirmed the role of Earthwatch in the development of criteria for the identification of environmental threats at the national, regional and global levels, and in the production of authoritative assessments to anticipate environmental degradation and to issue early warnings to the international community. Consisting of research, evaluation, monitoring and information-exchange activities, Earthwatch is thus conceived to be a dynamic process of integrated environmental assessments by which relevant environmental issues are identified and necessary data are gathered and evaluated to provide a basis of information and understanding for effective environmental management.

The Global Environment Monitoring System (GEMS) is the monitoring arm of the UN system-wide Earthwatch branch, co-ordinating and catalysing global and regional environmental monitoring programmes within the UN system. GEMS's mandate is to provide the world community with the scientific data required for the rational and sustainable management of the environment.

GRID, another programme element of Earthwatch, is designed to provide the world community with timely access to geo-referenced environmental data and to improve, harmonize and support the use of GIS and associated data management technologies at the national, regional and global levels. GRID, in close co-operation with GEMS/PAC and the United Nations Institute for Training and Research (UNITAR), is playing a catalytic role in providing national governments with the capability to rationally handle, analyse, store and display their geo-referenced environmental data and related, relevant information. Increasingly, governments are using basic geo-referenced datasets on such national characteristics as soil types, catchment areas, forest reserves and land-use patterns for the rational management of their resources.

GRID is also addressing the question of access to environmental data in forms readily usable by scientists and policy-makers world-wide. The aim is free and open access, eventually in a global system that works as simply as a telephone network.
Other important components of Earthwatch are the International Register of Potentially Toxic Chemicals (IRPTC), the International Referral System (INFOTERRA) and the International Programme on Chemical Safety (IPCS).

IRPTC's mandate is to serve as an essential tool in optimizing the dissemination of information on chemicals and their use for human well-being, while at the same time providing a global early-warning system on undesirable environmental side effects of potentially toxic chemicals. As a co-operative and decentralized network of national focal points and information sources, INFOTERRA serves as an international source of environmental information. IPCS provides toxicological assessments for an increasing number of substances, guidelines for emergency response to chemical accidents and technical co-operation in the control of toxic chemicals.

Earth Observation System

The new multi-million dollar Earth Observation System (EOS) of NASA in the United States consists of a space-based observation system, a data and information system and a scientific research programme. It represents the initiation of a comprehensive, global observation system with broad and high-resolution spectral and spatial, as well as long-term, coverage of the Earth. EOS will be complemented by companion European and Japanese platforms, as well as by existing earth resources satellites. EOS will provide the first co-ordinated simultaneous measurements of the interactions of the atmosphere, oceans, solid earth and hydrological and biogeochemical cycles. It will help to relieve the long-felt frustration of researchers who have to squeeze information out of data generated by satellites that were designed for something other than natural-resource monitoring and assessment.

Global Environment Facility

The Global Environment Facility (GEF) represents an agreement by a group of participating countries to establish a Trust Fund within the World Bank to fund programmes (implemented by UNEP, UNDP and the Bank itself) aimed at promoting sustainable development and protecting the global environment and resource base. GEF is a pilot programme under which concessional loans will be granted to developing countries to help them implement programmes, including those for monitoring and assessment, that protect the global environment. Four areas have been identified for GEF's operations: protection of the ozone layer, limitation of greenhouse gas emissions, protection of biodiversity, and protection of international waters.

Intergovernmental Panel on Climate Change

A vast body of experience and knowledge exist in the research community. In the field of climate change, this knowledge is being pulled together for the first time on a global level by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) to provide the world with a comprehensive overview of climate-change related issues (see page 15).

IPCC is sponsored jointly by WMO and UNEP. Three working groups compiled available information on the scientific aspects of climate change, on the potential impacts of climate change and on the possible policy response strategies.

International Geosphere and Biosphere Programme

An interdisciplinary research endeavour carried out within the framework of the International Council of Scientific Unions (ICSU), the International Geosphere and Biosphere Programme (IGBP) is focused on a set of key environmental research questions that relate to ocean-atmosphere interactions, biosphere-atmosphere interactions, paleo-climate changes, and design and development of observation and data management systems. Along with WMO's World Climate Research Programme (WCRP) and other international research efforts, IGBP addresses critical "unknowns" related to global environmental changes.

UN Conference on Environment and Development

In preparation for the 1992 UN Conference on Environment and Development (UNCED), efforts are under way in all major environmental fields to review the successes and failures of environmental monitoring and assessment in the last 20 years and to draft action plans for the coming decades — the so-called "Agenda 21." For example, water is emerging as one of the most critical global issues for the immediate future. Within the international freshwater community and in the framework of the Mara del Plato Action Plan, a concerted global action plan that is both economically viable and environmentally acceptable is under preparation for the sustainable management and development of freshwater resources.

Programme on Environmental Information Systems in Sub-Saharan Africa

In response to increasing donor frustration at the duplication of development efforts — particularly in the realms of collecting and compiling environmental information, training and the establishment of national capabilities — the Environment Division of the World Bank's African Regional Office regularly convenes a Steering Committee for a Programme on Environmental Information Systems in Sub-Saharan Africa. The committee comprises UN development bodies (including the World Bank, the United Nations Development Programme (UNDP) and the United Nations Statistical Office (UNSO)), UNEP/GRID, a number of bilateral aid bodies that work in Africa, and some African national agency representatives. The primary aim is to provide a forum for the exchange of information, the examination of possibilities for joint programming and, ultimately, to achieve development interventions in Africa that are more efficient and that avoid duplication.

Issues and Propositions for the 21st Century

Proposition: The assessment process, in which monitoring plays an important part, is clearly imperfect, since 20 years after Stockholm, we do not yet have comprehensive assessments in all sectors.

Ideally, monitoring and assessment systems should be at the interface between the environment and development, providing the bridge between science, policy and action. They should provide a mechanism for determining whether development is sustainable or not. They should define the limits to certain kinds of human activity on this planet, and issue warnings when those limits are approached or exceeded.

Meeting environmental information requirements for the 21st century will require work in three arenas:

- in the industrialized world, where large amounts of environmental data are often available, but usually in forms that are not comprehensive or of direct relevance to policy-makers (due, among other things, to their sheer volume);
- in the developing world, where basic data on the state of the environment often are not routinely available, hampering not only an evaluation of the situation at the national level, but also the understanding of how national environmental problems influence and contribute to constraints on development at home and to regional and global issues; and
- in the global forum, where international co-ordination is of paramount importance if the challenges of global change and a global resource commons are to be met.

Proposition: Data generation and information handling must accompany every step of environmental and resource policy, management and development.

It can be foreseen that in the 21st century, information will be increasingly required to ensure compliance with control measurements, international agreements, national and regional laws and the like. However, the information-gathering and analysis systems used for these purposes have not yet received sufficient attention. The following information flow, which echoes Earthwatch's early concepts, may be envisaged:

- monitoring network: initial samples for describing the state [of things]; repeated measurements for trend analyses

- assessments, advanced warnings of threats
- guided management interventions, international agreements
- repeat monitoring: status/trends as affected by management, and international agreements

Global problems call for strong concerted global monitoring programmes. However, there is often a lack of international consensus on monitoring and assessment objectives, on what data should be collected, how they are to be collected, who should do the collecting and analysis, where they are to be assembled and stored and how the information is to be disseminated.

Proposition: International or intergovernmental co-ordination of monitoring and assessment is required at both the planning and implementation levels.

Few environmental problems have yet reached proportions that have alerted the global community and led to international action. Two notable exceptions are familiar to everyone: the increase in greenhouse gases and the depletion of the stratospheric ozone layer. There are other potential global problem areas which warrant international attention: contamination of freshwater resources; loss of biodiversity, forests and productive soils; coastal zone impacts; contamination of regional seas; transboundary movement of hazardous wastes; and Antarctica.

Proposition: The serious environmental problem areas are universal in scope and it can be predicted that they will require concerted international action now or in the very near future.

Data issues

Increasingly, natural resource accounting and costing of environmental degradation is becoming an integral part of development-related activities. The inclusion of data pertaining to the environment in established socio-economic data reports — for example, those produced by international organizations such as the World Bank, UNESCO and the OECD — reflect the increasingly important role of the environment in all aspects of social and economic life.

Proposition: The implicit demand for data from development assistance institutions needs to be met in a co-ordinated fashion.

Information for policy-making requires data from organized and systematic measurements that are consistent and comparable, temporally as well as spatially. Data obtained by observation and measurement of any environmental variable can only provide a partial and transient indication of the state of the environment. Furthermore, issues associated with international data comparability — for example, data validity, quality assurance, standards of production and use, and consistency and timeliness in data reporting and documentation — often do not receive adequate attention internationally.

Proposition: Necessary and sufficient international data uniformity and compatibility must be assured, and the integration of data quality measures must be promoted to strengthen environmental problem-solving at all levels.

Sectoral constraints

Proposition: Sectoral databases are seldom integrated to give a comprehensive assessment of the environmental situation.

Monitoring systems are usually sectorally spawned. This creates fundamental difficulties in integrating information to describe, model and understand how the real world works. The lack of integration of different national, regional and global activities sometimes leads to duplication of isolated efforts, as is seen, for example, in the field of urban environmental monitoring, assessment and management. Another problem is that monitoring is often conducted on an *ad hoc* or occasional basis and uses different instrumentation and methodologies, which makes comparison between different datasets nearly impossible.

Regional constraints

Proposition: Data that are assembled and reported in one specific region may have little or no value for third-party use in interdisciplinary or global problem-solving. However, the methodologies might be transferable.

Regional programmes tend to be tailored to the specific needs of the countries participating, and their methodologies, data assembling and reporting efforts are adapted to their members' particular requirements.

Proposition: Monitoring programmes need international support for integration at the national, regional and global levels.

Sooner or later, many of the same environmental problems that occur in one region are bound to occur in others. Regional action plans for the environment (for example, within the framework of sub-regional mechanisms like the African Ministerial Conference on the Environment (AMCEN), the Caribbean Action Plan (CAP) and the South Pacific Regional Environment Programme (SPREP)) can help extend the coverage of regional programmes to all parts of the globe. Efforts are thus under way to further integrate different regional programmes dealing with similar problems, in order to obtain a global overview of the situation (as, for example, in the UNEP/ UNESCO/WMO programme of Global Integrated Monitoring).

Geographic scope

Proposition: In most developing countries, the lack of resources and technical capacity, combined with pressing demands to meet basic human needs, makes monitoring a low priority.

The distribution of available data is heavily biased in favour of the North. Regional monitoring programmes are often confined to the industrialized world, leaving major data holes and gaps in our knowledge of the state of the environment in developing countries. Similarly, global monitoring programmes seldom provide data of universal coverage. Most global and regional assessments depend largely on national monitoring stations, which are patchy in distribution when viewed on global or regional scales and often use different methodologies. Data compilation at supra-national levels is therefore difficult.

Subject-area needs

A number of international efforts (e.g., those within the European Economic Community (EEC), and the OECD, and by IGBP and Earthwatch) to develop criteria for the identification of priority environmental threats at the national, regional and global levels and to compile priority lists of issues that require global environmental monitoring are currently under way.

Proposition: Monitoring systems need to accommodate not only many more known issues, but also "surprises" and emerging issues which will undoubtedly come to the fore in the future.

Monitoring and assessment initiatives are urgently required in the areas listed under each of the following protection or conservation objectives:

- **Protection of the atmosphere by combating climate change, depletion of the ozone layer and transboundary air pollution:**

  — production system changes
  — sea-level rise
  — depletion of stratospheric ozone
  — impact of UVB rays
  — acid deposition

- **Protection of the quality and supply of freshwater resources:**

  — pollution, including transboundary pollution
  — supply issues
  — hydrological cycle manipulation

- **Protection of oceans and all kinds of seas (including enclosed and semi-enclosed seas) and coastal areas, and the protection, rational use and development of their living resources:**

  — global marine pollution
  — eutrophication and bacterial/chemical pollution of regional seas
  — impacts on coastal areas
  — living marine resources

- **Protection and management of land resources by, *inter alia*, combating deforestation, desertification and drought:**

  — soil loss
  — desertification
  — deforestation
  — ecosystem modification
  — impacts of irrigation

- **Conservation of biological diversity:**

  — loss of biological diversity
  — loss of species and habitats

- **Environmentally sound management of bio-technology:**

  — impacts on ecosystems

- **Environmentally sound management of hazardous wastes, particularly hazardous wastes of toxic chemicals, as well as prevention of illegal international traffic in toxic and dangerous products and wastes:**

  — waste disposal practices and impacts
  — sources, distribution and impacts of chemical substances and processes

- **Protection of human health conditions and improvement of the quality of life:**

  — urban/rural habitats
  — impacts of population growth
  — health effects
  — human welfare indicators

The list is clearly not exhaustive. Virtually all of the above categories suffer as much from lack of data as from the lack of an appropriate global monitoring system. The two, of course, are intimately linked.

Proposition: Information and monitoring requirements for modelling, prediction and validation of models — particularly with regard to global change and transboundary pollution issues — need to be formulated clearly.

The contemporary flurry of programmes related to global change — IGBP, IPCC, International Space Year, etc. — are both welcome and necessary to increase understanding of the processes of global change. The specific data requirements of such programmes are not yet fully articulated, nor is there yet agreement on reducing the duplication of data-collection efforts between such programmes.

Proposition: Internationally selected expert and modelling groups are required to assist in programme implementation and data evaluation, and to provide forecasting and early-warning capabilities to assessment programmes.

Although the responsibility for data handling, storage and dissemination can be carried out most efficiently by data specialists, such as those within GRID, the ways in which the data are analysed and the conclusions and assessments drawn from them must be determined under the guidance of sectoral experts.

Quality assurance and standardization

Proposition: Extensive and often costly international co-operation is needed to support and guide national activities.

Global networks need to be supported by quality assurance (QA) programmes. Because environmental monitoring programmes deal with our common natural heritage, standardization of measurements taken by national monitoring programmes using internationally accepted guidelines and protocols is essential, if only to avoid investment in methodological problems that have already been solved elsewhere. This standardization should cover such areas as sampling strategy, analytical procedures, quality assurance, data analysis and reporting, modelling and simulation, and standard and critical load-setting. Again, recent years have seen different and often disparate efforts in this regard, including the International Standardization Organization (ISO) guidelines produced by the UN Statistical Office or international agencies, and handbooks associated with regional programmes.

Proposition: Additional support is required for technical co-operation, particularly in developing countries and in newly emerging democracies, in support of global and regional assessments.

Quality assurance and technical support programmes that include training, equipment maintenance and calibration are often more efficiently organized within a regional framework, even when they pertain to global programmes. Examples of programmes conducting regional quality assurance and technical support include EMEP, GEMS/AIR and UNEP's Regional Seas programme. Mobile regional auditing teams are often used to implement essential programme components, such as equipment calibration and maintenance, data validation and on-site training.

Proposition: A well established international mechanism for a standard reference material production, distribution and evaluation system within GEMS is necessary.

In order to ensure compatibility of different datasets in terms of supporting international and national monitoring programmes, it is necessary to have standard reference materials composed of "knowns" for calibration and "unknowns" for checking purposes. These are not yet available to the extent required for global data compilation across a range of sectors.

Proposition: The approach of reducing classification systems to easily measured common denominators should be examined in other sectors.

Although a daunting prospect, international agreement on the harmonization and use of common classification systems for environmental resources and processes should be encouraged and supported. For example, the International Soils Reference Information Centre is examining the approach of reducing the various extant soils classification systems to common denominators based on fundamental physical parameters.

Time factors

Proposition: Long-term monitoring is a worthwhile investment.

Data collected by national programmes are often needed to support a specific assessment objective and are therefore not gathered over prolonged periods of time. This makes the development of time series and the following of trends difficult. In addition, global issues often involve processes that might be invisible at present and take decades to become obvious. An example is the accumulation of radiatively active gases — the so-called "greenhouse" gases — in the atmosphere. If the world had begun to monitor carbon dioxide concentrations only five years ago, today there would be arguments about whether the observed increases were real or significant. Too often, the absence of knowledge of change is perceived as the functional equivalent of the absence of change.

Proposition: There is a need for an internationally operated and subsidized network for rapid delivery of satellite data.

During the recent crisis in the Middle East, GRID-Geneva was receiving digital satellite data from GRID-Sioux Falls (located within the US Geological Survey (USGS) EROS Data Centre) almost as soon as they were available via telecommunications. By contrast, the processed film products arrived with a lag of approximately three weeks. The FAO's African Real Time Environment Monitoring Using Imaging Satellites (ARTEMIS) system can receive NOAA satellite data almost as they are beamed down, and can process them and pass them on for early-warning purposes within hours. But GRID and ARTEMIS are rather special high-technology operations. Unless one has a satellite-receiving station virtually on one's roof or a high-speed communications link, the delivery of earth resources data to the average international, non-North American user can take weeks, even months.

Technology issues

Information systems

Proposition: It is necessary to strengthen internationally co-ordinated efforts aimed at collating, storing and distributing environmental information, and at promulgating appropriate information-handling technology.

There exists an abundance of information systems, large and small, public and private. It will never be possible to get everyone in the world to use one standard system, nor would this be wise, given the necessity for sectoral experts to continue contributing to information-generation within their own sectors. The extent of exchange between systems, and therefore between sectors, is currently limited. However, such exchange is essential for integrating data, doing assessments and developing policy options.

Proposition: A globally accepted information-exchange and distribution system on monitoring and assessment methodologies and existing data sources should be set up — for example, within UNEP's HEM centre in Munich — along the lines of other global information dissemination systems, such as IRPTC and INFOTERRA.

The fact that good information exists *somewhere* is of little help when one does not know where to find it. The proliferation of information and information systems cannot be stopped; indeed, it should be encouraged. In order to make them optimally useful and to achieve maximum returns on large investments of public money, more effort needs to be exerted at the international level regarding the development of information systems about information itself; that is, the development of so-called metadatabases.

Proposition: Geographic information systems, with their ability to integrate information from different sectors using the common denominator of geographical location, as well as their increasing availability and tractability, show great promise in achieving cross-sectoral data integration.

Most global environmental databases still lack the capability to extract and combine sectoral information in a format that can be used for predicting and assessing the impact of specific investment and development projects. The need to be able to predict and assess these impacts should, amongst other factors, determine the structure, management and access rules of the databases.

Proposition: There is a need to provide further attention and research and development (R&D) support to standardized data management, reporting and analysis techniques for environmental applications, including GIS, expert systems, simulation and predictive modelling.

Standardization of national data-reporting and harmonized database management strategies are under development to facilitate cross-sectoral integrated assessments — for example, in the GEMS/AIR and GEMS/WATER programmes and regional programmes such as EMEP and EMAP. They complement ongoing efforts of UNEP's GRID to achieve a globally standardized method of handling spatial, referenced datasets.

Satellite systems

Proposition: The apparent increased attention to environmental information requirements in the design specifications of the new generation of earth resources satellites is most welcome.

Although the current generation of earth resources satellites, such as NASA's Landsat-x series, NOAA's NOAA-x series, and Telespatiale's SPOT, provide a splendid view of the earth's surface — in some cases, at resolutions down to nearly ten metres — many of them have been designed for applications other than those for which they are most popularly used by earth scientists. Thus, Landsat-x, originally configured for mineral exploration, and NOAA-x, for looking at clouds, are both being commonly used for vegetation change analysis. Thus, while the spectral bands are adequate, they are less than ideal for the applications. SPOT — the new series of sensors associated with NASA's EOS programme — the European Space Agency's ERS-1 and Japan's MOSS-1 all are designed to have a broader range of sensors that are useful for both terrestrial and marine environmental analyses. These should help expand the great potential of earth resources satellites, a potential that has largely been ignored in a world-wide development context over the last 20 years.

Proposition: Continued R&D investment will be necessary to help fill the global "ground truth" gap.

In many cases, the gap in correspondence of meaning between digital satellite data and features on the ground seems as wide as the distance between the space vehicle and the earth itself. Fortunately, the EOS programme is investing in ground-related studies as well as in spectacular hardware and software. New national space programmes around the

world show great technological promise, and International Space Year could be an important catalyst for "ground truth" studies as well as an opportunity to sell national wares.

Telecommunications

Proposition: An urgent attempt is needed to consolidate and co-ordinate internationally the wildfire growth of telecommunications systems and protocols.

Despite available advanced technology, international telecommunications for environmental data exchange is somewhat of an electronic Tower of Babel. If this sounds extreme, the reader is invited to try to send a text data file from, say, UNEP headquarters in Nairobi via the local Kenyan packet-switching system, through Bitnet and the Telenet pad somewhere in North America, to the Forum Secretariat. As is the case with information systems, telecommunications systems, both public and private, will flourish willy-nilly. Efficient and speedy communication and exchange of data between information systems (see section entitled *Information systems*) will ultimately make use of existing electronic telecommunications networks.

Implementation issues

Although Theme Paper Four in this series will look at institutional questions in depth, the following might be highlighted in the special context of monitoring and assessment.

Co-ordination

Proposition: Since information exchange is the first step to co-ordination between programmes, international co-ordinating efforts, such as the Forum, Earthwatch and the IBRD Programme on Environmental Information Systems in Sub-Saharan Africa should be encouraged.

Environmental problems span many disciplines and extend over vast areas. Therefore, no single programme can be expected to address them all fully. Every agency, whether national or international, has its own specific mandate; invariably, such mandates are sectoral, hampering communication and open exchange of information. Information exchange fora are beginning to be established in different regions, one example being the intersecretariat yearly meetings on air pollution in Europe, organized by the WHO Regional Office for Europe. In other sectors, and in the developing world, the situation is less clear. It is possible that a new approach to international co-ordination will arise out of the UNCED in 1992, even though the international community is resisting the establishment of

new institutions. Over the past 30 years, public money has been spent in the development aid arena — through both bilateral and multilateral channels — to do the same things in the same countries. It is only now, with the Golden Age of the 1970s well behind us and attention being diverted from the South to the East, that donor bodies and UN Specialized Agencies are beginning to talk among themselves. The need for such dialogue, which, it is hoped, will lead to co-ordinated interventions, is obvious.

Technology transfer

Information alone does not guarantee action — the shelves of the developing world are stacked with unused information that has been collected by external bodies during development projects. The collection of the information is frequently duplicated in subsequent interventions. Why? Because, traditionally, what remained when the expatriate experts left was some new information but little new capability. It is absolutely essential that there be institutional capabilities at the national level to update, analyse, report on and use the information acquired.

> **Proposition:** Increased support to national monitoring, assessment and data management capabilities in developing countries is essential, both to allow the countries to develop in a sustainable way and to provide the required global data coverage.

Developing countries participate in global monitoring networks only to a modest degree, or else have developed their own localized monitoring networks. In those developing countries where economic constraints prevent the operation of fixed-location monitoring stations for global assessment objectives, alternative monitoring systems — for example, the use of mobile regional monitoring teams and greater use of information derived from remote sensing — could provide at least interim solutions until realistic long-term funding is mobilized to support continuous operation.

Technology transfer to, and capacity-building in, developing countries — including training in the field of monitoring methodology and information handling, analysis, display and use — have been highlighted by UNEP's governing council as priority issues.

The proposed Global Environment Facility described in this paper is a framework structure which might reinforce global networks in developing countries, or, where none exist, facilitate their establishment.

> **Proposition:** The international community should encourage the industrial sector to provide greater material support to the monitoring and assessment of the resource base that nurtures it.

The industrial sector has become increasingly aware of the need to pay attention to sustainable development. UNEP's Industry and the Environment Office has a full-time job directing the interests, energies and resources of industry towards investment in a sustainable resource base and a clean and habitable environment. IBM, through its support of GRID, is an example of a corporation that has made a material contribution to strengthening global, regional and national monitoring and assessment programmes.

Cost considerations

Monitoring programmes are often expensive, and the short-term benefits difficult to envisage, particularly in countries where food, shelter, security and other basic human needs are not being met as effectively as in the G-7 Summit states.

Most international and national bodies do not have sufficient resources to carry out basic monitoring and assessment effectively. If governments subscribing to the Forum are serious about wishing to co-ordinate and strengthen international monitoring and assessment, then money will have to be found to:

- strengthen the capacities of relevant UN agencies;
- support international co-ordination (e.g., within Earthwatch);
- meet the needs of developing countries in environmental monitoring, assessment, quality control and management of data; and
- extend observation coverage much more effectively to regions outside national jurisdictions (e.g., the world's oceans).

Proposition: Until the international community is prepared to cover the high costs involved, the FORUM debate is academic.

A recent report of the Secretary General to the UN General Assembly estimates the cost of achieving the above to be in the order of US$ 200 M per year. Most of these funds (around US$ 170 M) would be needed to assist developing countries in improving their national capabilities for monitoring, assessment and data management. The UN system would need around US$ 30 M for international monitoring and assessment programmes, with a relatively modest portion allocated to UNEP's co-ordination role within Earthwatch.

Acknowledgements

Particular thanks are due to Cristina Boelke for providing valuable structure and content suggestions at the outset of compiling this paper. Other useful comments were received from Ian Crain, Paul Rump, Dan Tunstall, Eric Rodenburg and David Crenna. Shawna Tropp helped enormously with editing. We are grateful to all of them for responding at such short notice.

Annex I
List of Acronyms

ACCIS	United Nations Agency Co-ordinating Committee Information System
AMCEN	African Ministerial Conference on the Environment
ARC/Info	Name of GIS software produced by the Environmental Systems Research Institute, Redlands, California
ARTEMIS	African Real Time Environment Monitoring Using Imaging Satellites
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
AVHRR	Advanced Very High Resolution Radiometer, a satellite sensor
BAPMoN	Background Air Pollution Monitoring Network
CAP	Caribbean Action Plan
CFCs	Chlorofluorocarbons
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora
CORINE	Community-wide Co-ordination of Information on the Environment
DBMS	Data Base Management System
ECE	Economic Commission for Europe
EEC	European Economic Community
ELAS	Name of satellite image processing aid, a GIS software developed by NASA
EMAP	Environmental Monitoring and Assessment Programme (USA)
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme
EOS	Earth Observation System
EOSAT	Earth Observation Satellite Cooperation
EPA	Environmental Protection Agency

ERDAS	Earth Resource Digital Analysis System, a GIS software produced by ERDAS, Inc.
EROS	Earth Resources Observation System (EROS Data Center is a major USGS Center in Sioux Falls, South Dakota, USA)
ERS-1	Earth Resources Satellite (European Space Agency)
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FORIS	FAO's Forest Information System
GA	General Assembly of the United Nations
GC	Governing Council of UNEP
GCM	Global Circulation Model
GDP	Gross Domestic Product
GEF	IBRD/UNDP/UNEP Global Environment Facility
GEMS	Global Environment Monitoring System
GGM	Greenhouse Gases Monitoring
GIEWS	Global Information and Early Warning System
GIS	Geographic Information System
GNP	Gross National Product
GRID	Global Resource Information Database
HEM	Harmonization of Environmental Measurements
IAEA	International Atomic Energy Agency
IBM	International Business Machine Corporation
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development, the "World Bank"
ICPIC	International Cleaner Production Information Clearinghouse
ICSU	International Council of Scientific Unions
IDRISI	Name of GIS software produced by Clark University

IGBP	International Geosphere and Biosphere Programme
IMO	International Marine Organization
INFOTERRA	International Referral System on the Environment
IOC	Intergovernmental Oceanographic Commission
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPCS	International Programme on Chemical Safety
IRPTC	International Register for Potentially Toxic Chemicals
ISO	International Standardization Organization
IUCN	International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources
LAS	Land Analysis System, a GIS software developed by NASA and USGS
MARC	Monitoring Assessment Research Centre
MOS	Marine Observation Satellite (Japan)
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NGO	Non-governmental organization
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OCA/PAC	Oceans and Coastal Areas Programme Activity Centre
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
QA	Quality Assurance
SCOPE	Scientific Committee on Problems of the Environment
SOE	State of the Environment
SPANS	Spatial Analysis System, a GIS software developed by Tydec Technologies Ltd.
SPREP	South Pacific Regional Environment Programme
SWMTEP	System-Wide Medium Term Environmental Programme

UN	United Nations
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
UNDP	United Nations Development Programme
UNEP	United Nations Environment Programme
UNESCO/MAB	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization — Man and the Biosphere programme
UNITAR	United Nations Institute for Training and Research
UNSO	United Nations Sudano-Sahelian Office; and United Nations Statistical Office
USGS	United States Geological Survey
WCMC	World Conservation Monitoring Centre
WCRP	World Climate Research Programme
WHO/EURO	World Health Organization/Regional Office for Europe
WMO	World Meteorological Organization
WRI	World Resources Institute
WWF	World Wildlife Fund (USA)
WWW	World Weather Watch

Annex II
Publications Describing Major Monitoring Programmes

Barnes, R.F.W. *The status of elephants in the forests of Central Africa: results of a reconnaissance survey.* Typescript report on behalf of the WCI team, Wildlife Conservation International (1989).

Carter, G.C., ed. "Directions for Internationally Compatible Environmental Data," *CODATA Bulletin* (Volume II). ISBN 0-89116-128-7, ISSN 0366-757x (1989).

Clarke, R., ed. *Handbook of Ecological Monitoring.* ISBN 0-19-854590-8. Oxford Science Publications (1986).

Diamondstone, B.I., ed. "Directions for Internationally Compatible Environmental Data," *CODATA Bulletin* (Volume I). ISBN 0-89116-792-7, ISSN 0366-757x (1988).

Douglas-Hamilton, I. *Overview of Status of Trends of the African Elephant.* EEC/WWF African Elephant Programme, Report to Ivory Track Review Group (1989).

ECE/UNEP. *Forest Damage and Air Pollution.* Report of the Forest Damage Survey in Europe, Geneva (1986-1988).

FAO/UN. *Animal Health Year Book.* ISBN 92-5-002960-8. FAO, Rome (1989).

_____. *Fishery Statistics* (Volume 66). ISBN 92-5-002937-3. FAO, Rome (1988).

_____. *Forestry Year Book of Forest Products.* ISBN 92-5-002892-x. FAO, Rome (1988).

_____. *The State of Food and Agriculture.* ISBN 92-5-102838-9. FAO, Rome (1989).

FAO/UNESCO/IOC/WHO/WMO/IAEA/UNEP. "Co-ordinated Mediterranean Pollution Monitoring and Research Programme (MED POL) — Phase I: Programme Description," *UNEP Regional Seas Reports and Studies*, No. 23 (1983).

Gwynne, M.D. "The Global Environment Monitoring System (GEMS)," *Environmental Conservation*, 9 (1): 34-41 (1982).

Houghton, J.T., Jenkins G.J. and Ephraums, J.J., eds. *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment Report*, prepared for IPCC. Working Group I, WMO/UNEP. ISBN 0-521-40720-6 (1990).

INFOTERRA. "A directory of information on air and water pollution." ISBN 92-807-1233-0. Narobi, Kenya (1989).

IRPTC. Legal File. ISBN 92-807-1163-6. United Nations, Geneva (1986).

IPCS. *Environmental Health Criteria 105, Selected Mycotoxins: Ochratoxins. Trichothecenes, Ergot.* ISBN 92-4-157105-5 (1990).

W.J. McG. Tegart, G.W. Sheldon and D.C. Griffiths, eds. *Climate Change: The IPCC Impacts Assessment Report,* prepared for IPCC. Working Group II, WMO/UNEP. ISBN 0-644-13497-6 (1990).

Michelmore, F., Beardsley, K., Barnes, R. and Douglas-Hamilton, I. *Elephant Population Estimates for the Central African Forests.* Report to the Ivory Trade Review Group. EEC/WWF African Elephant Programe Wildlife Conservation International (1989).

NADP/NTN. National Atmospheric Deposition Program, annual data summary. *Precipitation Chemistry in the United States.* Natural Resource Laboratory, Colorado State University, Fort Collins, Colorado (1988).

NASA/FAA/NOAA/UNEP/WMO/CEC/BMFT. *Atmospheric Ozone 1985.* Assessment of our understanding of the process controlling its present distribution and change. Prepared by scientists from the National Aeronautics and Space Administration, Federal Aviation Administration, National Oceanic and Atmospheric Administration, United Nations Environment Programme, World Meteorological Organization, Commission of European Communities, Bundesministerium für Forschung und Technologie. Global Ozone Research and Monitoring Project Report No. 16 (three volumes). World Meteorological Organization, Geneva (1986).

OECD. *Environmental Data Compendium.* ISBN 92-64-03223-1, Paris (1989).

Pearce, D. and Freeman, S. "Information requirements of policy decision-makers." Theme Paper One, International Forum on Environmental Information, Canada (1991).

Schang, J., Skjelmoen, J.E., Waiker, S.E., Pederson, U. and Harstad, A. EMEP: Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe. *Data Report 1987* (Part I: Annual Summaries; Part 2: Monthly and Seasonal Summaries). Lillestrom: Norwegian Institute for Air Research (1989).

UN. *Report of the United Nations Conference on the Human Environment.* Stockholm, June 5-16, 1972. Ref. A/CONF. 48/14/Rev.1, p. 77. United Nations, New York (1973).

UNEP. "Action plan for the protection and development of the marine environment and coastal areas of the West and Central African Region." *UNEP Regional Seas Reports and Studies,* No. 27. UNEP, Nairobi, Kenya (1983).

_____. *Earthwatch, An In-Depth Review.* Report No. 1. Na. 81-4211-Feb. (1981).

_____. *Environmental Data Report* (2nd edition), ISBN 0-631-16987-3. Basil Blackwell Ltd. (1989-90).

_____. Global Environment Monitoring System. UNEP, Nairobi, Kenya (1990), (brochure).

_____. Global Resource Information Database. Nairobi, Kenya (1990), (brochure).

_____. *Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer: Final Act.* UNEP, Nairobi, Kenya (1987).

_____. *Oceans and Coastal Areas, Catalogue of Publications, No. 5.* UNEP, Nairobi, Kenya (1989).

_____. *Regional Seas, Reference Methods and Materials.* UNEP, Nairobi, Kenya (1990).

_____. *Register of International Treaties and Other Agreements in the Field of the Environment.* UNEP/GC.15/Inf. 2. Nairobi, Kenya (1989).

UNEP/HEMO. *A Survey of Environmental Monitoring and Information Management Programmes of International Organizations* (draft), (1990).

UNEP/WHO/UNESCO/WMO. *GEMS/WATER Operational Guide.* World Health Organization, Geneva (1987).

United Nations Fund for Population Activities. *Demographic Year Book.* ISBN 0-88086-017-0 (1986).

UNGA. A/CONF.151/PC/6, "Overview of System-wide activities relevant to General Assembly Resolution 44/228," note by the Secretariat (1990).

UNSO. *Energy Statistical Year Book.* ISBN 92-1-061135-7. UNSO, New York (1988).

WMO/UNEP. "Scientific Assessment of Climate Change: The Policymakers' Summary of the Report of Working Group I for IPCC," (1990).

_____. "Impacts Assessment of Climate Change: The Policymakers' Summary of the Report of Working Group II for IPCC," ISBN 0-644-13496-8 (1990).

_____. "Support to the Intergovernmental Panel on Climate Change: The Policymakers' Summary of the Formulation of Response Strategies." Report prepared for IPCC. Working Group III, WMO/UNEP (1990).

World Bank. *World Development Report.* ISBN 0-19-520850-1. Oxford University Press (1990).

WCMC/IUCN. *Red List of Threatened Animals.* ISBN-2-88032 935-3 (1988).

WRI (in collaboration with UNEP/UNDP). *World Resources.* ISBN 0-19-506229-9 (1990-91).

ENVIRONMENTAL INFORMATION FOR THE TWENTY-FIRST CENTURY
INTERNATIONAL FORUM

INFORMATION ENVIRONNEMENTALE POUR LE VINGT ET UNIÈME SIÈCLE
FORUM INTERNATIONAL

Document thématique n° 2

La surveillance et les techniques de gestion des données au service de l'évaluation environnementale

par

Harvey Croze
Global Resource Information Database

et

Veerle Vandeweerd
Système mondial de surveillance continue de l'environnement

Programme des Nations Unies pour l'environnement
Nairobi (Kenya)

MAY 21–24 MAI 1991 MONTRÉAL, CANADA

Canada

Table des matières

Introduction 1

Objet et portée du document 3

Techniques de génération et de gestion de l'information environnementale 4

Surveillance 4
Objectifs de la surveillance 4
Types de surveillance 5
Systèmes de surveillance 6
Systèmes satellites 6
Assurance de la qualité des données 6

Gestion des données 7
Sources de données environnementales 7
Systèmes de gestion des données 8

Systèmes de bases de données tabulaires 8
Systèmes de gestion de bases de données bibliographiques et de référence 8
Systèmes de gestion de bases de données spatiales 9
Éléments d'un système d'information 9
Systèmes de classement 9
Centres de données 10
Communications 10
Méta-bases de données 11
Élaboration d'indicateurs 11
• Indicateurs environnementaux 11
• Indicateurs biologiques 11

Évaluations 12

Surveillance et évaluation contribuant à la prise de décisions 13

Programmes mondiaux 13
Le Groupe d'experts intergouvernemental de l'évolution du climat 14
Le problème de l'ozone 14

Programmes régionaux 15
Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance 15
Activités du PNUE relatives aux mers régionales 15
La base de données sur l'éléphant d'Afrique 16

Programmes nationaux 16

Actions à l'échelle internationale 18

Plan Vigie 18
Système d'observation terrestre 20
Facilité internationale pour l'environnement 20
Groupe intergouvernemental de l'évolution du climat 20
Le programme international géosphère-biosphère 21
Conférence des Nations Unies pour l'environnement et le développement 21
Programme sur les systèmes d'information environnementale en Afrique subsaharienne 21

Problèmes et propositions pour le XXI^e siècle 22

Les données 23
Contraintes sectorielles 24
Contraintes régionales 24
Portée géographique 25
Besoins par sujets 25
Assurance de la qualité et normalisation 27
Facteurs temporels 28

Aspects technologiques 29
Systèmes d'information 29
Systèmes satellites 30
Télécommunications 31

Aspects de la mise en oeuvre 31
Coordination 31
Transfert de technologie 32
Considérations financières 33

Remerciements 34

Annexe I Sigles 35

Annexe II Publications décrivant les principaux programmes de surveillance 39

Introduction

L'information est le préalable à toute décision. Il faut de l'information pertinente et en temps opportun pour formuler des politiques, prendre des décisions et orienter les mesures à prendre aux plans national, régional et mondial, de façon à assurer une gestion durable des ressources naturelles et de l'environnement. C'est là le sujet du premier document thématique.

L'information environnementale est essentielle pour :

- évaluer les impacts de l'activité humaine sur l'environnement;
- gérer de façon durable le patrimoine naturel et les ressources mondiales dans leur sens le plus large;
- prendre des décisions pertinentes et durables, et notamment inclure les impacts environnementaux et les coûts dans le processus économique de prise de décisions;
- prévoir la dégradation des ressources naturelles et prévenir le recours à des correctifs coûteux;
- mesurer les progrès obtenus dans la réalisation du développement durable;
- évaluer les effets à long terme des interventions de gestion.

L'information provient de programmes de répertoriage, de surveillance et d'évaluation, que ce soit au plan mondial, régional ou national. La diffusion de l'information dans l'ensemble de la communauté mondiale a pour objectif ultime la prise en compte des considérations environnementales dans l'utilisation et le développement des ressources et ce, à tous les niveaux. Au minimum, il faut éviter que le manque d'information puisse être invoqué comme un facteur dans la prise de décisions.

Les problèmes de l'environnement sont souvent traités en mode réactif et improvisé. Les politiques sont formulées de façon à régler la crise du moment et sont oubliées dès qu'elles ne soulèvent plus l'attention du public et qu'on passe à la crise suivante. Il faut une approche plus dynamique; il faut une gestion axée sur le développement durable. Le processus doit s'insérer dans un cadre stratégique à long terme qui permet de traiter globalement, dans un but commun, les problèmes environnementaux de la planète. L'établissement d'un tel cadre stratégique exige d'abord de disposer d'une information sûre et appropriée, dans une forme accessible à tous et utilisable par tous.

L'information environnementale doit être dans une forme qui convient à l'utilisation qu'on veut en faire. La collecte d'information n'est pas une fin en soi, mais un moyen d'atteindre une fin, idéalement dans un cadre structuré. L'étude des problèmes environnementaux exige l'analyse, l'intégration et la présentation de nombreux ensembles de données provenant de différents secteurs. Il faut une gestion et une intégration appropriées des données pour combler le fossé entre les producteurs d'information d'une part et les décideurs d'autre part.

Une opinion publique bien informée est indispensable à l'élaboration de pratiques de gestion durable. L'information du public est donc une partie intégrante de toute activité de surveillance et d'évaluation. Le soutien politique nécessaire à une surveillance à l'échelle mondiale, régionale et nationale, l'acceptation de l'information recueillie ainsi que l'élaboration et la mise en oeuvre d'une politique environnementale reposent tous sur la participation active de la population, tant au plan mondial que local.

Il y a près de vingt ans, à la Conférence des Nations Unies sur l'environnement, tenue à Stockholm en 1972, l'accent dans le domaine de l'information était mis principalement sur l'acquisition de données qui permettraient de quantifier les problèmes de pollution. Au cours des dernières années, au fur et à mesure qu'on a pris conscience de l'ampleur de ces problèmes, l'accent a été déplacé de la production de données et de la qualification des problèmes à l'intégration, l'analyse et l'évaluation intersectorielles de l'information, l'établissement des relations de causalité, la mise en place de capacités prédictives et d'alerte rapide et de l'analyse des options de gestion. L'approche sectorielle classique doit céder le pas à une approche multidisciplinaire mieux intégrée qui satisfait aux exigences complexes des évaluations environnementales globales.

La surveillance de l'environnement n'était pas perçue comme un besoin à l'échelle mondiale en 1972 et de nombreux pays étaient dépourvus de capacités de surveillance dans divers secteurs. À certaines exceptions près, l'ampleur des problèmes environnementaux n'était pas encore quantifiée et il y avait peu de coopération internationale. Cette situation a changé radicalement au cours des dix dernières années. La plupart des pays développés ont maintenant un mécanisme de surveillance en place, même s'il n'est pas toujours complet. En général, les pays en développement manquent encore de moyens de surveillance, non par désintérêt, mais en raison d'une insuffisance de fonds et de la priorité accordée aux besoins humains primaires. Dans de nombreux pays, il y a de grandes quantités de données, souvent disparates, qu'il faut rassembler dans des évaluations intégrées afin d'appuyer l'évolution vers un développement durable. En outre, la génération, le calcul, l'analyse, la présentation et l'utilisation des données sont maintenant facilités par de nouvelles percées technologiques, comme la télédétection, des micro-ordinateurs puissants, les systèmes d'information géographique (SIG), les systèmes experts, l'intelligence artificielle et les modèles de simulation. L'accès facile et presque universel à de tels outils modifie notre façon d'envisager et de traiter l'information environnementale. Par voie de conséquence, la surveillance de l'environnement qui nous fournit cette information doit maintenant fonctionner de façon différente d'il y a 20 ans.

Objet et portée du document

Le présent document donne un aperçu des principaux éléments associés à l'acquisition, au stockage, à la gestion et à la communication des données et de l'information sur l'environnement. On traite d'abord des outils et des techniques de production et de gestion de l'information environnementale servant à formuler des politiques et à prendre des décisions. Ensuite, on présente certains exemples de programmes de surveillance et d'évaluation qui ont contribué à assurer une gestion durable de l'environnement, puis on souligne certaines mesures qui devront être prises à l'échelle mondiale pour améliorer la production, la gestion et l'utilisation de l'information environnementale. Enfin, on passe en revue les principaux problèmes traités.

Techniques de génération et de gestion de l'information environnementale

La **surveillance** comprend la collecte, l'analyse et la communication des données et de l'information de façon systématique, continue et institutionnalisée. La première étape d'un programme de surveillance consistant à faire un inventaire de base, et la surveillance peut être considérée comme une série planifiée et ordonnée d'inventaires.

L'**évaluation** va plus loin. Elle comprend l'intégration et l'évaluation d'informations concernant un ou plusieurs éléments de l'environnement au moyen de techniques de manipulation des données. L'objectif est de produire une description de la situation et des tendances, éventuellement des relations de cause à effet, des projections à des fins de prévision et d'alerte avancée, de même que des options de politique et de gestion. (Le document thématique n° 3 approfondit la question de la présentation de l'information environnementale.)

Surveillance

Objectifs de la surveillance

Les programmes de surveillance servent des fins multiples, entre autres :

- l'établissement de conditions de base pour mesurer l'impact des changements mondiaux par rapport à ces conditions, par exemple le Programme de veille de l'atmosphère globale de l'Organisation météorologique mondiale (OMS);
- la description de l'état et des tendances des conditions et processus environnementaux et de la vitesse des changements observés, par exemple les programmes de surveillance dans le cadre du Système mondial de surveillance continue de l'environnement (GEMS), notamment le Réseau de surveillance de la pollution du fond de l'air (BAPMoN), le GEMS/EAU et le GEMS/AIR;
- le développement d'inventaires des ressources, par exemple l'évaluation mondiale des ressources forestières tropicales effectuée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE);
- la collecte des données à des fins de modélisation et de prévision et pour la validation des modèles élaborés, par exemple le Programme international géosphère-biosphère (PIGB) et les programmes de surveillance des gaz à effet de serre;
- la collecte de données servant à orienter les décisions en matière de politiques et d'élaboration ainsi que de gestion des ressources, par exemple l'évaluation de la désertification;
- la collecte d'informations visant à établir les priorités en matière de politiques et d'actions, par exemple dans le cadre de programmes nationaux tels ceux de l'Agence de protection de l'environnement (EPA) des États-Unis;

- l'évaluation de la performance des projets et des programmes et de l'effet des interventions de gestion;

- l'évaluation de l'observation et de l'impact des ententes internationales, des politiques nationales et internationales antipollution et des décisions de gestion au niveau national et international, par exemple le Centre mondial de surveillance de la conservation (WCMC) et la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES);

- les systèmes d'alerte rapide aux menaces pour l'environnement, par exemple le Système mondial d'information et d'alerte rapide de la FAO (GIEWS); et

- les systèmes d'information et de sensibilisation du public, par exemple le Rapport sur les ressources mondiales de l'Institut des ressources mondiales (WRI) et, le Rapport sur les données relatives à l'environnement du PNUE.

Types de surveillance

Les programmes de surveillance sont sectoriels pour la plupart et traitent de sujets tels les forêts, la désertification, la qualité de l'air, la concentration d'ozone, etc. La surveillance multisectorielle et intégrée reçoit toutefois de plus en plus d'attention aux niveaux national et international, par exemple le programme européen de surveillance et d'évaluation (EMEP), le Programme sur l'homme et la biosphère (MAB) de l'UNESCO et le programme de surveillance et d'évaluation environnementales (EMAP) de l'EPA des États-Unis.

Il existe divers types de surveillance :

- la surveillance chimique, par exemple des polluants;

- la surveillance physique, par exemple de l'érosion des sols;

- la surveillance biologique, par exemple de l'état de la faune et de la flore;

- la surveillance des processus et des phénomènes, par exemple de la désertification, de la déforestation et des modifications de la biomasse;

- la surveillance des flux et des cycles géochimiques, par exemple du cycle mondial du phosphore;

- la reconstitution des données à partir de la surveillance indirecte du passé, par exemple l'examen de carottes prélevées dans les lacs et la tourbe, dans les glaces et l'examen des anneaux des arbres;

- la surveillance écologique, par exemple des écosystèmes et des populations;

- la surveillance socio-économique et les indicateurs sociaux, par exemple de la mortalité infantile et du produit intérieur brut (PIB);

- l'inventoriage des ressources, par exemple du couvert forestier mondial et des ressources terrestres

Systèmes de surveillance

On peut faire appel à une foule de techniques pour produire de l'information sur l'environnement. Les programmes terrestres de surveillance comprennent le recensement total, le recensement par échantillonnage (systématique, aléatoire, aléatoire-stratifié), les équipes mobiles de surveillance à l'échelle régionale, les réseaux établis de stations de surveillance fixes, les questionnaires, les vérifications au hasard et l'échantillonnage ponctuel. La surveillance par télédétection peut faire appel à plusieurs des stratégies susmentionnées de collecte de données et présente les avantages d'une portée et d'une rapidité plus grandes grâce aux senseurs des satellites et à des observateurs humains ou automatisés embarqués à bord d'avions légers. L'approche écologique de la surveillance du GEMS se fait à trois niveaux : au sol (échantillonnage fixe et mobile), dans l'atmosphère (avions légers volant à basse altitude) et dans l'espace (satellites d'observation des ressources terrestres) (Clarke, 1984).

Systèmes satellites

Il est indéniable que la communauté mondiale profite du fait que le coût des systèmes satellites est absorbé par un petit nombre de pays qui peuvent se permettre les investissements énormes requis en recherche-développement. S'il fallait en assumer les coûts réels, il est certain qu'aucun pays, en dehors de la poignée de pays les plus riches, ne pourrait se le permettre. Malgré d'importantes subventions, les données satellites de haute résolution, qu'elles soient numériques ou photographiques, ne sont pas bon marché : il en coûte habituellement de 2 000 à 10 000 $ US pour une représentation de 100 à 200 kilomètres carrés, selon le degré de traitement et de rehaussement de l'image. On peut se le permettre pour certains projets, mais non pour des analyses à l'échelle d'un pays par exemple. Les données provenant d'un appareil situé sur les satellites NOAA-x, le AVHRR (radiomètre perfectionné à très haute résolution), reviennent beaucoup moins cher et produisent des images impressionnantes de la végétation africaine ou même mondiale. Les données ne coûtent que quelques centaines de dollars et peuvent être analysées au moyen de systèmes relativement peu coûteux tournant sur micro-ordinateur. Toutefois, même avec la résolution la plus fine du AVHRR, un élément d'image correspond à un kilomètre carré.

L'annonce récente par EOSAT, le distributeur commercial des produits de la NASA et de la NOAA, qu'on peut maintenant se procurer les données antérieures à deux ans pour à peu près le coût du copiage du ruban d'ordinateur et du support lui-même marque un progrès important dans la diffusion des données. On peut prévoir le jour où les données spatiales sur les ressources terrestres seront aussi facilement accessibles et d'usage aussi répandu dans les activités de développement que, par exemple, les véhicules à quatre roues motrices.

Assurance de la qualité des données

L'utilité de la surveillance tient en fin de compte à la qualité des données recueillies. Une activité valable de surveillance doit bien sûr avoir une base statistique valide et faire appel à une méthode éprouvée de collecte des données, mais elle doit également comporter un programme d'assurance de la qualité qui permet de mesurer et d'assurer la fiabilité des données recueillies (par exemple GEMS, OCA/PAC). Un tel programme doit couvrir tout le processus de surveillance, de la collecte et de l'analyse des données à leur présentation.

L'assurance de la qualité (AQ) doit permettre de garantir la production de données de qualité suffisante pour atteindre les objectifs du programme de surveillance. L'assurance de la qualité comporte un ensemble d'activités ayant pour but de vérifier l'exactitude, la représentativité et la

comparabilité des données. Un bon programme d'AQ, outre le fait qu'il permet de produire des données analytiques exactes, doit également comprendre un programme d'échantillonnage représentatif et fiable, une méthode adéquate de stockage et de prétraitement des échantillons entre leur prélèvement et leur analyse et des méthodes précises et fiables de validation des données.

L'utilisation de substances de référence, l'étalonnage à l'échelle nationale et internationale des méthodes et de l'équipement utilisés par différents laboratoires et l'élaboration de méthodes normalisées à l'échelle internationale (par exemple GEMS, OCA/PAC) viennent appuyer les programmes d'AQ. Les programmes actuels d'assurance de la qualité sont très poussés dans certains secteurs, par exemple dans le cas de la surveillance de certains éléments de l'atmosphère ou de l'eau de mer. Dans de nombreux cas, la formation et le soutien technique, notamment l'entretien de l'équipement, sont essentiels pour permettre aux pays participants de se conformer aux normes d'AQ établies pour un programme de surveillance donné. En raison de leur coût, ces activités ne sont habituellement pas prioritaires dans les pays en développement.

Gestion des données

Les données et l'information acquises par l'entremise des programmes de surveillance doivent être stockées, analysées, interprétées et présentées. Une fois compilée, l'information peut servir à produire des évaluations sectorielles ou multisectorielles, ponctuelles ou intégrées. Il faut donc un système complet de gestion des données.

Sources de données environnementales

Les programmes de surveillance de l'environnement ne constituent qu'une des sources de données requises pour une évaluation complète. On trouve, parmi les autres sources :

- les rapports nationaux et internationaux sur l'état de l'environnement (EDE);
- les recherches - et les publications qui en découlent - effectuées principalement dans des universités ou des instituts de recherche nationaux;
- les études régionales, nationales et locales effectuées pour diverses raisons, mais ayant un rapport avec l'environnement;
- les systèmes de télédétection spatiale;
- les inventaires «ponctuels» de ressources;
- les inventaires des activités humaines relatives à l'exploitation des ressources (par exemple les données sur les forêts, l'agriculture et les pêches, FAO) ou ayant un impact sur les ressources (par exemple la production d'énergie), y compris les rapports de la Banque mondiale renfermant des données socio-économiques de base sur tous les pays du monde;
- les recueils statistiques sur la production et la consommation;
- les sources cartographiques normalisées de type atlas renfermant des données topographiques, cadastrales et hydrologiques;

- les statistiques de base en chimie, physique, météorologie et socio-économie recueillies de façon régulière ou ponctuelle par des organismes sectoriels.

Lorsqu'on analyse ou utilise des données provenant de telles sources, il faut garder à l'esprit qu'elles ont été produites à partir de plans d'échantillonnage différents, à des échelles différentes, par des méthodes d'enregistrement différentes et selon des normes d'assurance de la qualité et des systèmes de classification différents. Il est donc souvent difficile de comparer et d'associer des données provenant de sources diverses dans des analyses chronologiques, tabulaires ou spatiales.

En outre, étant donné que les programmes de surveillance sont habituellement sectoriels, les données et l'évaluation qu'on en fait n'éclairent souvent qu'un aspect de l'état véritable de l'environnement. L'intégration de données multisectorielles permet d'obtenir des évaluations plus complètes, d'établir des corrélations croisées et de formuler des hypothèses concernant les relations de cause à effet. L'indication des causes est essentielle pour orienter l'élaboration des politiques et la gestion.

Systèmes de gestion des données

Les données dérivées de sources différentes peuvent être stockées et gérées grâce à diverses techniques assistées par ordinateur.

Systèmes de bases de données tabulaires

La base de données tabulaire la plus simple est un tableau à coordonnées x et y. Les tableurs ou chiffriers électroniques peuvent stocker et traiter de très grands tableaux comprenant x colonnes et y rangées. Le traitement consiste en des opérations mathématiques, logiques ou physiques (copie, déplacement, saisie) entre des rangées, des colonnes et des blocs de cellules. Des rapports portant sur la totalité ou une partie du tableau peuvent être affichés à l'écran ou imprimés. On peut traiter toute donnée quantifiable, du PIB au taux de natalité des éléphants.

Lorsque les caractéristiques du tableur lui permettent de créer et de rechercher des relations plus complexes entre des parties du tableau ou entre le tableau et d'autres tableaux, le système devient un système de gestion de base de données (SGBD) relationnelles. La plupart des tableurs populaires - SuperCalc, Lotus 1-2-3, Quattro - comportent des caractéristiques supérieures qui leur permettent d'effectuer des opérations se rapprochant de celles des logiciels courants de gestion de bases de données plus puissants comme dBase, R:base et Oracle.

Les SGBD ont ceci de notable que la saisie fastidieuse des données n'a besoin d'être faite qu'une seule fois. Ensuite, les commandes ou jeu d'instructions du SGBD permettent d'établir un grand nombre de relations. Les données peuvent être modifiées dans l'interpréteur de commandes interactif du SGBD ou grâce à des caractéristiques de calcul intégrées ou à un ensemble de règles définies par l'utilisateur. On peut créer des modèles complexes et les utiliser pour vérifier un nombre incalculable d'hypothèses et de postulats sans compromettre l'intégrité de la base de données elle-même.

Les systèmes d'information de gestion font appel à un SGBD spécialement conçu pour suivre l'efficacité, la production et l'état d'activités particulières au sein de l'organisation.

Systèmes de gestion de bases de données bibliographiques et de référence

Les bases de données bibliographiques et de référence sont des SGBD qui retracent des informations dans la littérature scientifique ou dans des sources spécialisées, comme des laboratoires et des organismes. Plusieurs sont spécifiques à un domaine, comme le Système d'information sur les forêts (FORIS), et les Biological Abstracts de la FAO. D'autres renvoient à diverses sources, comme

INFOTERRA (Système international d'information sur l'environnement) du PNUE et ACCIS (Système d'information du Comité administratif de coordination des Nations Unies). Certaines bases de données sont commerciales, mais la plupart semblent être du domaine public. Il y a cependant des coûts lorsqu'on y a accès par l'entremise d'un réseau de télécommunications, comme The Source ou Compuserve.

Systèmes de gestion de bases de données spatiales

Vu la nécessité d'intégrer les données et de produire des cartes pour orienter les activités sur le terrain, par exemple en planification urbaine, on a commencé à élaborer des systèmes d'information géographique (SIG) informatisés dans les années 1960. Toutefois, un SIG ne sert pas uniquement à produire des cartes, travail qui peut très bien se faire grâce au dessin et à la cartographie assistés par ordinateur. Il peut aussi servir à réunir et à manipuler des données à référence spatiale en vue de produire de nouvelles données, également à référence spatiale. À titre d'exemple, une cellule d'un tableau de SGBD peut donner des renseignements d'ordre quantitatif et qualitatif. Étant donné que les SIG sont habituellement couplés à un SGBD, un polygone généré par un SIG peut non seulement être lié à des données d'ordre quantitatif et qualitatif, il peut également localiser sur la surface du globe l'endroit où ces conditions se situent. En fournissant des informations sur la nature d'un phénomène et sur l'endroit où il se déroule, les systèmes d'information géographique permettent à l'utilisateur de franchir une étape de plus dans le processus décisionnel.

Il existe deux types fondamentaux de SIG : vectoriel et matriciel. Les systèmes vectoriels font des manipulations topologiques de points, de lignes et de polygones pour créer des relations spatiales. Les systèmes matriciels utilisent des matrices, ou trames, de données numériques géoréférencées organisées en coordonnées x et y pour construire des «images» composites, comme celle sur un écran de télévision, qui est en fait un écran à accès matriciel. Les systèmes vectoriels sont particulièrement efficaces pour manipuler des données cartographiques classiques, alors que les systèmes matriciels se prêtent davantage à l'analyse des données satellitaires.

La capacité d'intégration des données provenant de sources disparates utilisant différents systèmes de classification, par exemple tableaux, cartes, satellites, mais ayant l'emplacement géographique comme dénominateur commun, les rend particulièrement utiles dans les évaluations environnementales complexes. La base de données sur les ressources mondiales (GRID) du PNUE fait appel au mode vectoriel (ARC/Info) et au mode matriciel (ERDAS, LAS, ELAS, IDRISI, SPANS); le Système de gestion de base de données communautaire pour la coordination de l'information sur l'environnement CORINE de la Communauté européenne et le Centre mondial de surveillance de la conservation du PNUE/UICN/WWF utilisent ARC/Info.

Éléments d'un système d'information

Les divers types de système de gestion des données mentionnés ci-dessus ont en commun un certain nombre d'éléments opérationnels qu'il faut considérer, peu importe le système. Bien qu'ils soient conçus pour rendre l'information plus localisable et plus utilisable, ces éléments compliquent souvent l'intégration des données.

Systèmes de classement

Il existe presque autant de méthodes de classement des divers types de données qu'il existe des classificateurs. Par conséquent, il n'y a pas encore de systèmes acceptés universellement pour le classement de données sur les sols, la végétation et le couvert. Cela est dû en partie au fait que ces phénomènes ne se prêtent pas à des expressions statistiques simples (densité par unité de surface

ou nombre per capita) et en partie au fait que les classificateurs avaient souvent à l'origine des objectifs différents à l'esprit.

Centres de données

On a tendance à réunir les données dans des centres. Cette tendance vient en partie de l'époque où les livres de comptabilité nécessitaient beaucoup d'espace de rangement, et où les ordinateurs suffisamment puissants étaient énormes et devaient être placés dans de grandes pièces climatisées. Aujourd'hui, les seules raisons qui peuvent justifier les centres sont d'ordre institutionnel; il faut un centre de responsabilité pour assurer la saisie, l'archivage, la copie et la mise à jour des données de manière normalisée et fiable. Avec des ordinateurs de plus en plus puissants et de moins en moins coûteux, il est possible de décentraliser les postes de travail et certaines responsabilités d'exploitation de la base de données. Les centres mondiaux de données sur la météorologie à Washington, Melbourne et Moscou ont établi un mode de décentralisation dont s'inspire, par exemple, le réseau GRID (Nairobi, Genève, Arendal, Sioux Falls, Bangkok).

Le rôle des centres de données devient donc davantage un rôle de dissémination plutôt que de concentration; la gestion de réseaux distribués deviendra chose courante au lieu d'être l'exception. On assistera aux mêmes changements à l'échelle nationale et à l'échelle internationale. Par conséquent, on peut prévoir que les bureaux nationaux de la statistique deviendront des mécanismes d'information au niveau national.

Communications

L'échange d'information se fait verbalement (ou par signes), sur papier (textes ou graphiques) ou électroniquement (voix, textes, graphiques, vidéo). La technologie des échanges électroniques ne fait que commencer à sortir du monde des loisirs et des médias pour entrer dans le monde des données. On trouve des télécopieurs partout et l'information «en direct» est presque chose courante pour ceux qui ont une ligne téléphonique, un ordinateur adéquatement configuré et qui peuvent se payer l'accès à un système. Les bases de données en ligne, comme Biological Abstracts ou le Official Airline Guide dans le secteur privé et INFOTERRA et ICPIC dans le secteur public international, les services de communication de plus haut niveau (services commerciaux comme Dialog et The Source et services publics comme Greenet) et les systèmes de communication auxquels ils permettent d'avoir accès, comme Bitnet et Telenet, se prêtent d'abord et avant tout à la transmission et à la réception des données sous forme de textes ou de tableaux sur les réseaux téléphoniques commerciaux. En théorie, toute donnée informatisée peut être transmise sous forme d'octets de code binaire. La transmission est limitée principalement par les règles imposées par les autorités responsables des postes et des télécommunications et par les vitesses auxquelles les modems (modulateurs-démodulateurs) courants peuvent transformer et transmettre les données par voie téléphonique. Il n'y aucune raison technique qui empêche de transmettre des données à des vitesses de l'ordre de vingt à trente fois plus élevées.

Ces modes d'échange de données exigent une certaine conformité, par exemple des textes en caractères ASCII (chaînes de caractères alphanumériques à structure libre) ou en «mots» d'ordinateur de 7 octets, de façon à ce que l'ordinateur à l'autre bout n'interprète pas ce qu'il reçoit comme du charabia. Même s'ils ont des méthodes internes d'organisation des données qui leur sont propres, la plupart des logiciels peuvent produire des fichiers dont la présentation est normalisée, de sorte qu'un système de traitement de texte peut «prélever» des données d'un tableur et vice versa. Bref, il existe en principe peu d'obstacles à l'échange presque universel des données.

Méta-bases de données

La prolifération des bases de données a donné naissance aux «méta-bases de données», soit des bases de données renfermant de l'information sur les données. Le Système international d'information sur l'environnement (INFOTERRA) du PNUE est en partie un tel système car il ne fournit pas les données elles-mêmes; il nous renseigne plutôt sur les sources. Le système d'information sur l'hygiène du milieu (EURO) du Bureau de l'OMS pour l'Europe renvoie également à des sources externes. Le GRID est en train de mettre sur pied une méta-base pour cataloguer ses propres données spatiales. Le bureau du PNUE responsable de l'harmonisation des mesures sur l'environnement, parrainé par l'Allemagne, est à mettre sur pied une méta-base sur les données existantes de surveillance et d'évaluation et sur les programmes qui ont généré ces données, leur mode de fonctionnement et la structure de présentation des données.

Élaboration d'indicateurs

Des travaux d'intégration sont en cours afin de rendre les données et l'information sur l'environnement plus faciles à utiliser et à interpréter (voir également le document thématique n° 3). Deux de ces techniques d'intégration des données sont mentionnées brièvement ci-dessous.

• Indicateurs environnementaux

Des organismes comme le WRI et l'OCDE travaillent à l'élaboration d'indicateurs environnementaux qui permettront d'intégrer l'information environnementale et de la présenter aux décideurs sous une forme qui soit adaptée à leurs besoins. Mais il faut insister sur la nécessité de valider de tels indicateurs; ils doivent être vérifiés par des essais sur le terrain avant leur application à grande échelle. En effet, il faut être très prudent lorsque les indicateurs servent à classifier des pays selon leur contribution à des problèmes de pollution particuliers ou à effectuer des pondérations entre pays, par exemple en tenant compte de la population, du PNB, du développement industriel, de la production et de la consommation.

L'élaboration d'indicateurs environnementaux peut être fondée sur le cheminement suivant de l'information :

- constats sur le terrain;
- production de données environnementales à l'aide de techniques comme la surveillance et la télédétection;
- validation, analyse, compilation et évaluation;
- dérivation d'indicateurs;
- validation des indicateurs au moyen d'essais sur le terrain;
- promotion de l'utilisation d'indicateurs.

• Indicateurs biologiques

Les mesures biologiques donnent souvent une indication bien intégrée de la pollution et des pressions environnementales qui s'exercent sur différents écosystèmes. La surveillance biologique permet de mesurer la réaction des organismes aux changements dans leur milieu et d'obtenir ainsi l'information voulue sur les effets intégrés et ultimes des conditions relatives à l'environnement et aux contaminants. Le programme de surveillance mondiale de la moule à l'échelle du globe de la

Commission océanographique intergouvernementale (COI) et du PNUE en est un exemple. Au XXI[e] siècle, on aura de plus en plus besoin de toute une série de sentinelles sensibles, des «canaris des mines à l'échelle du globe», pour avoir une indication de la dégradation environnementale ou de l'amélioration de l'écosystème dans son ensemble, par exemple les ressources en eau douce, l'environnement urbain, la santé des forêts.

Évaluations

L'évaluation environnementale est l'étape ultime du processus de collecte et de gestion des données. Pour procéder à des décisions en matière de politiques et à des interventions de gestion, il faut plus que des tableaux et des graphiques; il faut également une interprétation éclairée. La plupart des évaluations sont encore effectuées par des experts; des individus ou des groupes synthétisent et interprètent les données disponibles dans le cadre d'une procédure classique (examen, analyse, établissement d'un consensus et présentation). Des évaluations globales ne peuvent cependant être faites uniquement par ceux qui font la surveillance et ceux qui traitent les données. Elles doivent être effectuées en étroite collaboration avec les experts sectoriels qui sont, en fin de compte, responsables du fondement scientifique de l'information recueillie.

Les données, une fois compilées et validées, sont de plus en plus souvent évaluées à l'aide de techniques assistées par ordinateur, comme l'analyse statistique, les SIG (pour réunir et analyser des données à référence spatiale), les modèles de simulation, l'élaboration de scénarios par l'une ou l'autre des méthodes susmentionnées et par des systèmes experts. Les systèmes experts font appel aux techniques de l'intelligence artificielle pour incorporer des connaissances heuristiques - soit un ensemble de règles créées par des experts - dans des procédures d'interprétation, de prévision et de prise de décisions. Même si l'utilisation de ces techniques «à base de connaissance» est encore un phénomène nouveau dans le domaine de l'évaluation environnementale, on peut prévoir que l'incorporation de connaissances humaines (par voie de raisonnement basé sur des règles) dans les analyses statistiques, numériques, non numériques et spatiales va ajouter une nouvelle dimension à la gestion des ressources naturelles, tant au plan national qu'au plan mondial.

On met de plus en plus de pression sur les évaluateurs de l'environnement pour qu'ils poussent le processus le plus loin possible et qu'ils travaillent de concert avec les experts sectoriels pour élaborer une série d'options de gestion à l'intention des décideurs qui auront la responsabilité finale d'élaborer des législations, de modifier les politiques et de déployer les gestionnaires sur le terrain.

Surveillance et évaluation axée sur la prise de décisions

Il est impossible dans le cadre du présent exposé de passer en revue l'ensemble des grandes activités de surveillance en cours. Une liste des publications décrivant les principaux programmes de surveillance figure à l'annexe II. Dans les paragraphes suivants, on traite brièvement de certains programmes de surveillance afin d'illustrer les liens qui existent entre la surveillance et le processus d'élaboration des politiques.

Programmes mondiaux

Les programmes mondiaux de surveillance sont relativement peu nombreux. Il semble que des évaluations globales à l'échelle internationale ne sont possibles que dans un nombre limité de cas, où on dispose de données suffisantes. Même à l'échelle nationale, il est souvent difficile d'effectuer des évaluations globales à cause de l'insuffisance des données ou de l'incapacité à intégrer les données. Par conséquent, il faudra faire, à intervalles réguliers, des évaluations globales dans les secteurs importants à mesure qu'on disposera, sur une plus longue période, de meilleures données de surveillance et de meilleurs résultats de recherche et que les circonstances politiques changeront. Il sera alors possible de suivre les changements environnementaux dans le temps, d'établir la nature des tendances et de préciser et comprendre les causes de ces tendances pour tous les grands problèmes environnementaux.

Les programmes actuels de surveillance à l'échelle mondiale ne procurent pas aux décideurs et aux gestionnaires de l'environnement les données nécessaires pour assurer l'exploitation durable des ressources naturelles et prévenir la pollution. Notre connaissance de l'état de l'environnement est déficiente dans la plupart des secteurs. Les lacunes ne peuvent être comblées que par une meilleure définition de la nature et de la quantité de l'information requise d'un programme mondial de surveillance et par une compréhension claire de ce qu'il faut faire et de ce qu'il est possible de faire. Cette démarche devrait comporter une suite logique de demandes cohérentes. Dans des conditions idéales, le décideur devrait dire au scientifique et à l'analyste qu'il veut telle ou telle information et le scientifique devrait dire au technicien et au producteur de données de lui procurer de l'information dans tel ou tel domaine. Mais de tels dialogues sont rares; chaque groupe reste plus ou moins ignorant de ce dont les autres ont réellement besoin et de ce qu'ils sont capables de produire ou d'absorber.

La compilation, à l'échelle mondiale, de données provenant de sources disparates est un phénomène assez fréquent. La FAO, par exemple, compile chaque année des données sur l'utilisation des sols ainsi que sur la production et le commerce dans les secteurs de l'agriculture, de l'élevage, de la foresterie et des pêches. Le Centre de recherche pour la surveillance et l'évaluation (GEMS/MARC) compile des données à l'échelle mondiale dans des rapports bisannuels sur les données relatives à l'environnement. Le Bureau de statistique des Nations Unies publie des annuaires statistiques sur l'énergie. Des données démographiques sont publiées dans l'Annuaire démographique et dans différentes publications de la Division de la population des Nations Unies. Le Registre international des substances chimiques potentiellement toxiques (RISCPT) recueille des données sur de nombreux aspects, y compris des aspects législatifs, associés aux produits chimiques dangereux. Le WCMC surveille les espèces menacées de disparition et les régions protégées du globe. Le GRID recueille des données cartographiques et dérivées satellitaires à l'échelle mondiale, tant des données statiques

que des données chronologiques, par exemple l'indice de végétation à l'échelle mondiale. Le rapport du WRI est une compilation et une étude importantes de divers sujets environnementaux.

Les deux exemples suivants illustrent comment la surveillance et l'évaluation de l'environnement à l'échelle mondiale ont été appliquées avec succès dans le domaine de la prise de décisions au niveau international, allant de l'évaluation à la négociation d'une convention.

Le Groupe intergouvernemental de l'évolution du climat

En 1985, travaillant en collaboration avec le PNUE et l'OMM, l'Institut météorologique international à Stockholm a préparé, dans le cadre des activités du programme SCOPE du Conseil international des unions scientifiques (CIUS/SCOPE), une évaluation de la somme de connaissances sur le problème du changement climatique causé par une augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Pour faire suite à cette évaluation scientifique, le PNUE, en collaboration avec l'Institut de l'environnement de Stockholm, a convoqué une réunion à Willach et à Bellagio en 1987 pour étudier les implications socio-économiques et politiques de l'augmentation des gaz à effet de serre et les options politiques permettant de s'adapter aux effets de ces gaz ou de les limiter.

Les travaux susmentionnés ont conduit l'OMM et le PNUE à mettre sur pied, en novembre 1988, le Groupe intergouvernemental de l'évolution du climat (GIEC) afin de donner suite aux évaluations précédentes tant sur le plan scientifique et des impacts environnementaux que sur le plan politique. Le rapport sur les résultats de l'étude du GIEC a été publié en août 1990. Il a été étudié à la deuxième Conférence mondiale sur l'évolution du climat organisée par l'OMM, le PNUE, l'UNESCO et la FAO en novembre et adopté finalement par l'Assemblée générale des Nations Unies (AGNU) en décembre 1990.

Pour faire suite au rapport, l'Assemblée générale a amorcé en février 1991 un processus de négociations gouvernementales en vue d'une convention sur l'évolution du climat qui a débuté à Washington (DC). Un secrétariat spécial sera établi à Genève. La réussite et l'efficacité d'une telle convention dépendent beaucoup des dispositions qui seront prises concernant les pays en développement. Au point de départ, il faut améliorer la capacité de ces pays de recueillir et d'analyser les données sur le changement climatique, d'évaluer les impacts de ce changement et de définir les interventions possibles.

Le processus susmentionné du GIEC, des évaluations - dans le cadre du Plan Vigie - à la négociation sur une convention, constitue un bon exemple d'un processus intégré d'évaluation auquel participent des agences des Nations Unies, des organismes scientifiques internationaux et des gouvernements.

Le problème de l'ozone

Après la révélation scientifique, en 1974-1975, que les chlorofluorocarbures (CFC) rejetés dans l'atmosphère peuvent menacer la couche d'ozone stratosphérique, le PNUE a réuni en 1977 un groupe d'experts internationaux pour discuter des moyens à prendre pour atténuer ces effets dans le cadre du Plan Vigie. Les décisions prises à cette réunion ont permis de mettre sur pied un comité de coordination de la protection de la couche d'ozone. Entre 1979 et 1985, ce comité a été chargé d'un processus d'évaluation qui a évolué continuellement et dans le cadre duquel un rapport sur les résultats des travaux dans le domaine était publié chaque année et un rapport d'évaluation complet a été publié en 1985. Ce processus d'évaluation a conduit à des négociations gouvernementales en vue de la Convention pour la protection de la couche d'ozone qui a été adoptée à Vienne en 1985.

De nouvelles données sur les effets nuisibles des CFC et des composés apparentés sur la couche d'ozone ont incité le PNUE à tenir une autre réunion en 1987, à Montréal, où a été adopté un premier protocole relatif à la Convention de Vienne. Le Secrétariat de la Convention pour la protection de la couche d'ozone du PNUE, à Nairobi, coordonne les activités en vue de renforcer ce protocole. Le dossier de l'appauvrissement de l'ozone est un autre exemple de réussite dans le cadre du Plan Vigie, bien que cette réussite soit presque le fruit du hasard.

Programmes régionaux

Les programmes régionaux de surveillance sont habituellement axés sur des problèmes spécifiques à une région. Les organismes régionaux ont tendance à aligner leurs programmes de surveillance, la collecte des données et leurs rapports aux réalités particulières de leurs membres. C'est pourquoi les données recueillies et présentées dans une région ne sont pas nécessairement applicables à une autre région. Les statistiques sur les forêts de la Commission économique pour l'Europe, les flux des polluants établis par l'OCDE, le programme EMEP et le programme NAPAP sont des exemples de programmes régionaux de surveillance, de compilation de données et d'évaluation.

En outre, dans un certain nombre de cas, le processus de surveillance a mené à l'établissement de politiques de contrôle et à l'élaboration ou à la modification de conventions internationales.

Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance

À la fin des années 1970, le Programme européen de surveillance et d'évaluation (EMEP), appuyé par la Commission économique pour l'Europe, l'OMM et le PNUE, a établi un réseau coordonné de surveillance de la pollution atmosphérique en Europe. Ce réseau a fourni les données de base qui ont servi à élaborer la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, entrée en vigueur en mars 1983.

En 1984, par suite de rapports de nombreux pays européens faisant état de la détérioration de la santé des forêts, on a mis sur pied un programme de coopération internationale sur l'évaluation et la surveillance des effets de la pollution atmosphérique sur les forêts. Ce programme a été lancé en 1985 dans le cadre de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance. Le programme, appuyé par le PNUE, a produit depuis 1986 des études annuelles sur les dommages causés aux forêts dans la région de la Commission économique pour l'Europe.

Activités du PNUE relatives aux mers régionales

Sous les auspices du Centre d'activité du programme du PNUE pour les océans et les zones côtières et en collaboration avec de nombreux organismes et agences dont la FAO, l'AIEA, l'OMI, l'UICN, l'OMS, l'OMM et la COI de l'UNESCO, des évaluations de l'état de l'environnement des mers régionales et des zones côtières ont été faites dans de nombreuses parties du monde, à commencer par la Méditerranée en 1974. De nombreux rapports nationaux et régionaux sur l'état de l'environnement marin et côtier ont été publiés et ont été à la base de plans d'action des mers régionales et de mesures de gestion visant à contrôler les problèmes constatés. Les programmes d'évaluation et de contrôle de la pollution marine régionale ont été organisés pour cerner et corriger

les problèmes critiques, et des plans nationaux et régionaux ont été mis sur pied pour faire face aux problèmes urgents de pollution marine. La mise en oeuvre efficace de ces mesures nécessite beaucoup d'application dans l'acquisition des capacités qui permettent aux États côtiers, particulièrement les pays en développement, de gérer efficacement leurs régions et leurs ressources côtières et d'en assurer le développement durable. Le PNUE et la COI ont également mis sur pied des groupes d'étude chargés d'évaluer les effets des changements climatiques et de l'élévation du niveau de la mer qu'on prévoit dans les zones côtières.

La base de données sur l'éléphant d'Afrique

La compilation de toutes les données existantes sur l'éléphant d'Afrique dans la GRID du PNUE a commencé en 1986 grâce à la collaboration de la CEE, du Fonds mondial pour la nature (WWF) et de la Fondation Elsa du PNUE à Nairobi. L'analyse effectuée à l'aide d'un SIG permet de modéliser la les densités de population à l'extérieur des régions étudiées et d'analyser les contraintes environnementales et socio-économiques sur la population. Cette évaluation de l'état actuel et prévisible de la population d'éléphants a été portée à l'attention du Parlement européen et a été la cause directe de la modification de la classification de cette espèce dans la CITES et de l'interdiction mondiale du commerce de l'ivoire qui a suivi en 1989.

Programmes nationaux

La portée des programmes nationaux de surveillance varient beaucoup d'une région à l'autre. Les pays développés ont souvent des activités de surveillance qui sont de grande envergure et qui parfois se chevauchent. Au Japon, par exemple, la concentration des polluants atmosphériques est vérifiée toutes les heures à 1 500 endroits. Dans tout le continent africain, par contre, il n'y a que quelques stations de surveillance de la qualité de l'air en opération.

Dans les pays développés, les programmes de surveillance sont administrés par une multitude d'organismes (gouvernements nationaux, régionaux et locaux, universités et instituts de recherche, organismes non gouvernementaux, etc.) Les dons sont chose courante, bien que ce soit plus souvent pour l'établissement des programmes que pour leur exploitation à long terme.

La plupart des activités nationales de surveillance sont sectorielles et dictées par les priorités du pays concerné. Les données sont recueillies en fonction de questions particulières touchant les politiques et selon les besoins conjoncturels. Il en résulte invariablement des données asymétriques, abondantes dans un domaine et insuffisantes dans un autre.

Les rapports sur l'état de l'environnement (EDE) donnent un aperçu global de la situation et des ressources environnementales au plan national. Un peu à la manière de ce qui s'est passé à la Conférence de Stockholm de 1972, la production des rapports EDE dans *tous* les pays a été mise en branle par le processus préparatoire à la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED).

De plus en plus de pays, principalement les pays développés toutefois, mettent sur pied des programmes de surveillance à long terme des principaux problèmes critiques, parfois à l'aide de méthodes convenues à l'échelle internationale et dans un cadre international. Les programmes nationaux portent sur des questions comme la démographie, la santé et l'utilisation de l'énergie, le mouvement des substances d'origine anthropique, l'état de l'atmosphère, des sols et de l'eau, l'état

de la biosphère, les organismes vivants et leurs habitats, l'utilisation et la mauvaise utilisation des sols, l'extraction et le raffinage des ressources, l'exploitation des océans, les dangers qui menacent les zones côtières et l'utilisation de l'eau douce. La plupart des gouvernements suivent également les indices socio-économiques, notamment dans les pays plus développés.

Les évaluations régionales et mondiales sont souvent tributaires des données recueillies par les réseaux nationaux de surveillance. Il faut donc que les méthodes nationales de surveillance et d'évaluation soient harmonisées. La Veille météorologique mondiale (VMM) est un exemple réussi de normalisation efficace des opérations de collecte, d'analyse et de communication de données entre de nombreux pays; une telle normalisation rend possible la compilation de l'information pour les évaluations à l'échelle mondiale et régionale. La VMM, dont les activités sont coordonnées par l'OMM, recueille, compile et diffuse efficacement les données sur l'état de l'atmosphère, grâce à son Réseau mondial de télécommunications et à un réseau de stations météorologiques nationales, que vient compléter un réseau international de systèmes d'observation sur terre, dans l'atmosphère, en mer et dans l'espace.

Actions à l'échelle internationale

Un certain nombre de programmes sont en cours; ils visent explicitement ou implicitement à faciliter la coordination internationale des activités de surveillance et d'évaluation environnementales.

Plan Vigie

Le Plan Vigie est l'instrument de surveillance et d'évaluation de l'environnement des Nations Unies. Créé en 1972 lors de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement, il est coordonné par le PNUE, conformément au mandat confié à ce programme dans le système des Nations Unies. Les objectifs du Plan Vigie sont les suivants :

- identifier et évaluer les principaux problèmes environnementaux;
- assurer une surveillance permanente de l'environnement mondial afin que les problèmes environnementaux d'importance internationale qui se font jour fassent l'objet d'un examen approprié par les gouvernements; et
- promouvoir la contribution de groupes internationaux, scientifiques et autres, à l'acquisition, à l'évaluation et à l'échange de connaissances et d'information environnementales et, selon le cas, aux aspects techniques de la conception et de la mise en oeuvre des programmes environnementaux dans le système des Nations Unies.

Au cours des vingt dernières années, l'exploitation de l'information environnementale est passée de l'évaluation *qualitative* des problèmes à l'*utilisation* de cette information par les décideurs à tous les niveaux de la société. Pour refléter cette évolution, il a fallu revoir le mandat du Plan Vigie, Ainsi, à sa réunion extraordinaire de 1982, le Conseil d'administration du PNUE a revu les principaux éléments de la mise en oeuvre du Plan d'action pour l'environnement, adopté à la Conférence de Stockholm, et a décidé que l'orientation fondamentale du Plan Vigie pour 1982-1992 comporterait les objectifs suivants :

- améliorer les indicateurs d'alerte avancée à tout changement significatif dans l'environnement;
- améliorer la planification et la coordination de la surveillance à l'échelle planétaire et à l'échelle régionale;
- préparer des énoncés d'évaluation concrets sur les problèmes environnementaux importants et leurs conséquences pour la santé de l'homme, ainsi que pour les secteurs sociaux et économiques; et
- promouvoir l'élaboration de statistiques et de rapports fiables sur l'état de l'environnement, à l'échelle planétaire, régionale et nationale, comme base pour l'évaluation des grandes tendances et pour la prise de décisions.

Ces directives ont été incorporées en 1988 au Programme à moyen terme à l'échelle du système en matière d'environnement pour la période 1990-1995. Ce programme précise les objectifs du Plan Vigie :

- réunir et améliorer l'information scientifique et technique, fiable et comparable, sur les questions environnementales ainsi que développer et organiser la collecte, le stockage, le traitement et l'extraction de ce type d'information de façon à pouvoir les mettre rapidement à la disposition des décideurs et des spécialistes;

- fournir des évaluations globales sur les questions environnementales en fonction des données socio-économiques et de l'information relative aux principaux processus et composantes des environnements régionaux et planétaires, de façon à pouvoir suivre adéquatement la transition vers le développement durable.

En 1989, l'Assemblée générale des Nations Unies réaffirmait le rôle du Plan Vigie dans l'élaboration de critères pour le repérage des menaces à l'environnement, au plan national, régional et planétaire, ainsi que dans la production d'évaluations autorisées permettant de prévoir les dégradations environnementales et d'alerter rapidement la communauté internationale. Le Plan Vigie, qui consiste en activités de recherche, d'évaluation, de surveillance et d'échange d'information, est donc conçu comme un processus dynamique d'évaluations environnementales intégrées. Grâce à ce processus, on détermine les questions environnementales pertinentes et on réunit et on évalue les données nécessaires afin d'obtenir une base d'information et de connaissances pour une gestion efficace de l'environnement.

Le Système mondial de surveillance continue de l'environnement (GEMS) est l'instrument de surveillance du Plan Vigie, servant de coordinateur et de catalyseur des programmes régionaux et mondiaux de surveillance dans le système des Nations Unies. Le mandat du GEMS est de fournir à la communauté mondiale les données scientifiques requises pour une gestion rationnelle et durable de l'environnement.

Le GRID, autre programme du Plan Vigie, a pour mission de permettre à la communauté mondiale d'accéder en temps opportun aux données environnementales géoréférencées et pour améliorer et harmoniser l'utilisation de SIG et de techniques connexes de gestion des données à l'échelle nationale, régionale et planétaire. Le GRID, en collaboration étroite avec le GEMS/PAC et l'UNITAR (Institut des Nations Unies pour la formation et la recherche), joue un rôle de catalyseur, donnant aux gouvernements nationaux la capacité de traiter, d'analyser, de stocker et de présenter rationnellement leurs données environnementales géoréférencées et l'information connexe pertinente. Les gouvernements font de plus en plus appel à ces ensembles de données géoréférencées sur les caractéristiques nationales comme les types de sols, les bassins hydrographiques, les réserves forestières et l'utilisation des sols, pour gérer de façon rationnelle leurs ressources.

Le GRID traite également de l'accès aux données environnementales sous des formes facilement utilisables par les scientifiques et les décideurs du monde entier. L'objectif ultime est un accès libre et ouvert, éventuellement sous la forme d'un système mondial qui fonctionne aussi simplement qu'un réseau téléphonique. Autres composantes importantes du Plan Vigie : le Registre international des substances chimiques potentiellement toxiques (RISCPT), le Système international d'information sur l'environnement (INFOTERRA) et le Programme international sur la sécurité des substances chimiques (PISSC).

Le RISCPT permet d'optimiser la diffusion de l'information sur les substances chimiques et leur utilisation pour le bien-être de l'humanité tout en fournissant un système mondial d'alerte avancée aux effets secondaires nocifs pour l'environnement de substances potentiellement toxiques. Constitué en réseau coopératif et décentralisé de points focaux et de sources d'information, INFOTERRA constitue

une source internationale d'information environnementale. Le PISSC produit des évaluations toxicologiques pour un nombre croissant de substances ainsi que des lignes directrices sur les mesures d'urgence en cas d'accidents chimiques et assure la coopération technique permettant de contrôler les substances chimiques toxiques.

Système d'observation terrestre

D'un coût de plusieurs millions de dollars, le nouveau Système d'observation terrestre (EOS) de la NASA (États-Unis) comprend un système d'observation dans l'espace, un système d'information et de données et un programme de recherche scientifique. C'est le point de départ d'un système complet d'observation du globe, avec couverture spectrale et spatiale large et à haute résolution et couverture à long terme du globe. L'EOS sera complété par des plate-formes européennes et japonaises, ainsi que par les satellites actuels d'observation. Il permettra d'effectuer les premières mesures coordonnées et simultanées des interactions de l'atmosphère, des océans, de la terre ferme ainsi que des cycles hydrologiques et biogéochimiques. Il soulagera aussi la frustration des chercheurs qui, depuis longtemps, ont dû extraire des données produites par des satellites conçus à des fins autres que la surveillance et l'évaluation des ressources naturelles.

Facilité internationale pour l'environnement

La Facilité internationale pour l'environnement (FIE) est le fruit de l'entente d'un groupe de pays participants sur la constitution d'un fonds de fiducie au sein de la Banque mondiale pour financer des programmes (mis en oeuvre par le PNUE, le PNUD et la Banque elle-même) et promouvoir le développement durable et protéger l'environnement et les ressources de base du globe. La FIE est un programme pilote aux termes duquel des prêts seront accordés à des conditions libérales aux pays en développement pour les aider à mettre en oeuvre les programmes, y compris les programmes de surveillance et d'évaluation, qui permettront de protéger l'environnement planétaire. Quatre domaines ont été ciblés : la protection de la couche d'ozone, la limitation des émissions de gaz à effet de serre, la protection de la biodiversité et la protection des eaux internationales.

Groupe intergouvernmental de l'évolution du climat

Il existe, au sein de la communauté des chercheurs, de vastes ressources en expérience et en connaissances. Dans le domaine des changements climatiques, c'est au sein du Groupe intergouvernemental de l'évolution du climat (GIEC) que ce savoir est réuni pour la première fois à l'échelle mondiale. Ce groupe a été créé pour fournir au monde une vue globale des questions liées aux changements climatiques (voir la page 14).

Le GIEC est coparrainé par l'OMM et le PNUE. Trois groupes d'étude ont réuni l'information existante sur les aspects scientifiques des changements climatiques, sur les éventuelles conséquences de ces changements et sur les politiques qui permettraient d'y faire face

Le programme international géosphère-biosphère

Projet de recherche interdisciplinaire entrepris sous l'égide du Conseil international des unions scientifiques (CIUS), le Programme international géosphère-biosphère (PIGB) porte sur une série de sujets clés en recherche environnementale, à savoir les interactions océan-atmosphère et biosphère-atmosphère, les changements paléoclimatiques ainsi que la conception et le développement de systèmes d'observation et de gestion des données. De concert avec le Programme mondial de recherches sur le climat (PMRC) de l'OMM et les autres initiatives internationales de recherche, il vise à étudier les «inconnues» critiques associées aux changements environnementaux à l'échelle du globe.

Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement

Dans le cadre des préparatifs de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement qui doit avoir lieu en 1992, des travaux sont en cours dans tous les grands dossiers environnementaux. L'objectif est de passer en revue les succès et les échecs des activités de surveillance et d'évaluation environnementales des 20 dernières années et de préparer des plans d'action pour les décennies à venir, l'«Échéancier 21». Par exemple, l'eau apparaît comme l'un des plus sérieux problèmes mondiaux à court terme. La communauté internationale des eaux douces procède donc dans le cadre du Plan d'action de Mar Del Plata à l'élaboration d'un plan mondial concerté, à la fois viable économiquement et acceptable au plan environnemental, en vue d'assurer gestion et le développement durables des ressources en eau douce.

Programme sur les systèmes d'information environnementale en Afrique subsaharienne

En raison de la frustration croissante qu'engendrent chez les donateurs les nombreux doubles emplois dans les activités de développement, particulièrement au niveau de la collecte et de la compilation de l'information environnementale, de la formation et de la mise sur pied de capacités nationales, la Division de l'environnement du Bureau africain de la Banque mondiale réunit régulièrement un comité directeur d'un programme de systèmes d'information environnementale en Afrique subsaharienne. Le comité comprend des organismes de développement de l'ONU (y compris la Banque, le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) et le Bureau de statistique des Nations Unies), le PNUE-GRID, un certain nombre d'organismes d'aide bilatérale qui oeuvrent en Afrique et des représentants de certains organismes nationaux africains. Le premier objectif est de créer un forum destiné à l'échange d'information et à l'étude des possibilités de programmation conjointe; à terme, ces travaux devraient déboucher sur des actions de développement en Afrique qui ont une plus grande efficacité et qui évitent le double emploi.

Problèmes et propositions pour le XXI^e siècle

Proposition : Le processus d'évaluation, dans lequel la surveillance joue un rôle important, est loin d'être parfait, car nous ne disposons toujours pas, vingt ans après Stockholm, d'évaluations complètes dans tous les secteurs.

Les systèmes de surveillance et d'évaluation devraient se situer idéalement à l'interface de l'environnement et du développement, et jeter des ponts entre la science, la politique et l'action. Ils devraient fournir le mécanisme permettant de déterminer si le développement est durable ou non, définir les limites de certains types d'activité humaine sur la planète et déclencher le signal d'alarme lorsqu'on approche de ces limites ou qu'on les dépasse.

Pour répondre aux besoins d'information environnementale au XXI^e siècle, il faudra oeuvrer sur trois plans :

- dans le monde développé, où on dispose souvent d'une grande quantité de données environnementales, généralement sous des formes incomplètes ou qui ne sont pas d'une utilité directe pour les décideurs (en raison, entre autres, de leur volume);
- dans le monde en développement, où l'absence fréquente de données de base sur l'état de l'environnement nuit tant à l'évaluation de la situation à l'échelle nationale qu'à la compréhension des effets des problèmes environnementaux nationaux sur le développement intérieur et sur la situation régionale et mondiale; et
- à l'échelle mondiale, où la coordination internationale est primordiale pour relever les défis du changement mondial et d'une mise en commun des ressources.

Proposition : La production de données et le traitement de l'information doivent accompagner chacune des phases des activités relatives à l'environnement et aux ressources, qu'il s'agisse de l'élaboration des politiques, de la gestion ou du développement.

Il est vraisemblable qu'au XXI^e siècle, il faudra de plus en plus d'information pour vérifier l'observation des mesures antipollution, des ententes internationales, des lois nationales et régionales, etc. Jusqu'ici, on n'a pas accordé assez d'attention aux systèmes de collecte d'information et d'analyse utilisés à cette fin. On peut envisager le cheminement suivant de l'information, lequel reflète les concepts originaux du Plan Vigie :

- réseau de surveillance : échantillons initiaux pour décrire la situation et mesures répétées pour l'analyse des tendances;

  évaluations, alertes avancées aux menaces;

- interventions assistées pour la gestion, les ententes internationales;

- surveillance régulière : impact de la gestion et des ententes internationales sur la situation et les tendances.

Des problèmes qui sévissent à l'échelle mondiale commandent des programmes internationaux solides et concertés. Cependant, on note souvent une absence de consensus international en ce qui concerne les objectifs de la surveillance et de l'évaluation, les données à collecter et la méthode de collecte, les responsables de la collecte et de l'analyse, l'endroit où compiler et conserver les données et la méthode de diffusion de l'information.

Proposition : Il faut une coordination internationale ou intergouvernementale des activités de surveillance et d'évaluation tant au niveau de la planification que de la mise en oeuvre.

Jusqu'à maintenant, peu de problèmes environnementaux ont atteint des proportions telles qu'ils ont alerté la communauté mondiale et déclenché une action internationale. Il existe cependant deux exceptions notoires : l'augmentation des gaz à effet de serre et l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique. D'autres problèmes potentiels commandent l'attention de la communauté internationale : la contamination mondiale des ressources en eau douce; la perte de biodiversité, de forêts et de sols producteurs; l'impact sur les zones côtières; la contamination de mers régionales; le mouvement transfrontière de déchets dangereux; et l'Antarctique.

Proposition : Les grands problèmes environnementaux ayant un caractère universel, on peut prévoir la nécessité d'une action internationale concertée dès maintenant ou dans un avenir très rapproché.

Les données

La comptabilisation des ressources naturelles et du coût de la dégradation environnementale deviennent de plus en plus partie intégrante des activités liées au développement. L'inclusion de données relatives à l'environnement dans des rapports socio-économiques, par exemple ceux d'organismes internationaux tels que la Banque mondiale, l'UNESCO et l'OCDE, reflète l'importance croissante de l'environnement dans tous les aspects de la vie sociale et économique.

Proposition : Il faut traiter de façon coordonnée la demande implicite de données des organismes d'aide au développement.

L'information nécessaire à l'élaboration de politiques doit reposer sur des données qui ont fait l'objet de mesures organisées et systématiques qui sont cohérentes et comparables dans le temps et dans l'espace. Les données dérivées de l'observation et de la mesure d'une variable environnementale ne peuvent donner qu'une indication partielle et provisoire de l'état de l'environnement. De plus, il arrive

souvent qu'au niveau international, on n'accorde pas une attention appropriée aux questions associées à la comparabilité internationale des données, par exemple la validation des données, l'assurance de la qualité, les normes de production et d'utilisation et la cohérence et la rapidité au niveau de la communication et de la documentation des données.

Proposition : Il faut assurer l'uniformité et la compatibilité voulues des données au niveau international, et promouvoir l'intégration des mesures qualitatives pour faciliter la résolution des problèmes environnementaux à tous les niveaux.

Contraintes sectorielles

Proposition : Les bases de données sectorielles sont rarement intégrées de façon à permettre une évaluation complète de la situation environnementale.

Les systèmes de surveillance sont généralement constitués à l'échelle sectorielle, ce qui engendre des difficultés fondamentales lorsque vient le moment d'intégrer l'information afin de décrire, modéliser et comprendre comment fonctionne le monde réel. Le manque d'intégration des différentes activités nationales, régionales et mondiales conduit parfois au double emploi dans le cas d'initiatives isolées, comme on peut le constater dans le domaine de la surveillance, de l'évaluation et de la gestion environnementales en milieu urbain. De plus, la surveillance est souvent effectuée de façon ponctuelle ou occasionnelle et à l'aide de méthodes et d'appareils différents, ce qui rend pratiquement impossible la comparaison des différents ensembles de données.

Contraintes régionales

Proposition : Les données assemblées et présentées dans une région peuvent n'avoir qu'une faible utilité ou aucune utilité du tout dans la recherche de solutions à un problème interdisciplinaire ou mondial. Cependant, la méthodologie employée peut être transférable.

Les programmes régionaux tendent à refléter les besoins spécifiques des pays participant au programme, tout comme les méthodologies, l'assemblage des données et les modes de présentation sont adaptés à ces derniers.

Proposition : Il faut que les programmes de surveillance bénéficient de soutien international pour permettre leur intégration aux niveaux national, régional et mondial.

Il est à prévoir que bon nombre des problèmes qui frappent une région donnée affecteront tôt ou tard d'autres régions. Les plans d'action régionaux, par exemple dans le cadre de mécanismes sous-régionaux comme la CMAE, le CAP et le SPREP, peuvent contribuer à étendre la couverture des

programmes régionaux à toutes les régions du globe. On travaille donc actuellement à intégrer davantage différents programmes régionaux traitant de problèmes similaires afin d'en arriver à une vue mondiale de la situation, comme dans le programme GIM (Surveillance intégrée à l'échelle du globe) du PNUE, de l'UNESCO et de l'OMM.

Portée géographique

Proposition : En raison du manque de ressources et de moyens techniques ainsi que de besoins fondamentaux pressants, la plupart des pays en développement accordent peu de priorité à la surveillance.

La distribution des données existantes favorise largement le Nord. Les programmes régionaux de surveillance sont souvent limités au monde développé, ce qui laisse d'importantes lacunes au niveau des données et de nos connaissances en matière d'environnement dans les pays en développement. De même, les programmes mondiaux de surveillance n'assurent que rarement une couverture universelle. La plupart des évaluations mondiales et régionales dépendent principalement des stations de surveillance nationales, qui sont réparties de façon inégale au niveau mondial et régional et qui utilisent souvent des méthodologies différentes. La compilation des données au niveau supranational est donc difficile.

Sujets d'étude

Diverses activités internationales sont en cours, par exemple au sein de la Communauté économique européenne, de l'OCDE, du PIGB et du Plan Vigie, afin d'élaborer des critères permettant d'identifier les menaces exigeant une attention prioritaire au niveau national, régional et mondial et de dresser des listes des aspects prioritaires qui nécessitent une surveillance environnementale à l'échelle du globe.

Proposition : Les systèmes de surveillance doivent permettre de faire face non seulement à beaucoup d'autres problèmes connus, mais également aux «imprévus» et aux besoins qui émergeront inévitablement dans l'avenir.

On trouvera ci-dessous, regroupés sous divers objectifs de protection ou de conservation, les secteurs qui nécessitent une action urgente en matière de surveillance et d'évaluation.

- **Protection de l'atmosphère contre les changements climatiques, l'appauvrissement de la couche d'ozone et la pollution atmosphérique transfrontière** :
  - changements dans l'appareil de production
  - élévation du niveau de la mer
  - appauvrissement de l'ozone stratosphérique
  - effets des rayons ultraviolets-B
  - dépôts acides
- **Protection de la qualité et des sources d'eau douce** :
  - pollution, y compris la pollution transfrontière
  - approvisionnement
  - manipulation du cycle hydrologique

- **Protection des océans et de toutes les mers, y compris les mers intérieures ou semi-fermées, ainsi que les zones côtières et protection, utilisation rationnelle et développement de leurs ressources biologiques :**
  - pollution marine à l'échelle du globe
  - eutrophisation et pollution bactérienne/chimique des mers régionales
  - effets sur les zones côtières
  - ressources marines biologiques

- **Protection et gestion des ressources terrestres, en combattant, par exemple, la déforestation, la désertification et la sécheresse :**
  - perte de sols
  - désertification
  - déforestation
  - modification de l'écosystème
  - impacts de l'irrigation

- **Conservation de la diversité biologique :**
  - perte de biodiversité
  - perte d'espèces et d'habitats

- **Gestion écologique de la biotechnologie :**
  - impacts sur les écosystèmes

- **Gestion écologique des déchets dangereux (particulièrement des produits chimiques toxiques); prévention du mouvement international illégal de produits et de déchets toxiques et dangereux :**
  - pratiques et impacts de l'élimination des déchets
  - sources, distribution et impacts des substances et procédés chimiques

- **Protection de la santé et amélioration de la qualité de vie :**
  - habitats ruraux et urbains
  - impacts de la croissance démographique
  - effets sur la santé
  - indicateurs du bien-être

Il est évident que la liste n'est pas exhaustive. Pratiquement pour chacune des catégories ci-dessus, la difficulté tient autant au manque de données qu'à l'absence d'un système approprié de surveillance à l'échelle mondiale. Il va de soi que les deux problèmes sont intimement liés.

Proposition : Il faut formuler clairement les besoins en information et en surveillance pour la modélisation, la prévision et la validation des modèles, particulièrement lorsqu'il s'agit de changements planétaires et de pollution transfrontière.

Les nombreux programmes actuels concernant les changements planétaires - PIGB, GIEC, Année internationale de l'espace, etc - nous permettent effectivement de mieux comprendre ces changements. Par contre, il reste à compléter la définition des besoins en données et à convenir des moyens de réduire le double emploi au niveau de la collecte.

Proposition : Il faut des experts et des groupes de modélisation, choisis au niveau international, pour aider à mettre en oeuvre les programmes, à évaluer les données et à doter les programmes d'évaluation de capacités de prévision et d'alerte avancée.

Bien qu'il soit plus efficace de confier le traitement, le stockage et la diffusion des données à des spécialistes du traitement des données, comme ceux du GRID, l'élaboration des méthodes d'analyse, des évaluations et des conclusions doivent se faire sous la conduite des experts sectoriels.

Assurance de la qualité et normalisation

Proposition : Une coopération internationale élargie et souvent coûteuse est nécessaire pour appuyer et guider les activités nationales.

Les réseaux mondiaux doivent être appuyés par des programmes d'assurance de la qualité (AQ). Comme les programmes de surveillance environnementale sont destinés à protéger notre patrimoine naturel commun, il est essentiel, ne serait-ce que pour éviter d'investir dans des questions de méthodologie qui ont déjà été résolues ailleurs, de normaliser les mesures effectuées par les programmes nationaux de surveillance. Cette normalisation, qui peut s'opérer grâce à des directives et à des protocoles acceptés à l'échelle internationale, devrait couvrir, entre autres, les stratégies d'échantillonnage, les méthodes d'analyse, l'assurance de la qualité, l'analyse et la communication des données, la modélisation et la simulation et la détermination des charges normales et critiques. Dans ce cas comme dans d'autres, il y a eu ces dernières années des initiatives différentes et souvent disparates, comme les directives de l'ISO produites par le Bureau de statistique de l'ONU ou par divers organismes internationaux et les guides élaborés dans le cadre de programmes régionaux.

Proposition : Une aide supplémentaire à la coopération technique s'impose, particulièrement dans les pays en développement et dans les nouvelles démocraties, pour consolider les activités d'évaluation à l'échelle mondiale et régionale.

L'assurance de la qualité et les programmes de soutien technique, y compris la formation, l'entretien et l'étalonnage, sont souvent mieux organisés dans un cadre régional et ce, même s'ils sont associés à des programmes mondiaux. Au nombre des programmes où l'assurance de la qualité et le soutien technique se font à l'échelle régionale, on retrouve EMEP, GEMS/AIR et le Programme des mers régionales du PNUE. Souvent des équipes mobiles opérant à l'échelle régionale s'occupent des composantes essentielles du programme comme l'étalonnage et l'entretien de l'équipement, la validation des données et la formation sur place.

Proposition : Un mécanisme international bien établi est nécessaire en vue d'assurer un système de production, de distribution et d'évaluation de matériaux de référence normalisés dans le cadre du GEMS.

Pour assurer la compatibilité des différents ensembles de données utilisées dans les programmes nationaux et internationaux de surveillance, il est nécessaire de disposer de matériaux de référence normalisés, constitués de valeurs «connues» pour l'étalonnage et de valeurs «inconnues» pour la vérification. Ces matériaux ne sont pas encore disponibles à l'échelle requise pour la compilation de données mondiales couvrant une gamme de secteurs.

Proposition : La réduction des systèmes de classification à des dénominateurs communs facilement mesurables doit être envisagée dans d'autres secteurs.

Bien que la tâche soit énorme, il faut promouvoir une entente internationale sur l'harmonisation et l'utilisation de systèmes de classification communs pour les ressources et les processus environnementaux. À titre d'exemple, le Centre international de référence et d'information pédologique étudie la possibilité de réduire les divers systèmes de classification des sols à des dénominateurs communs fondés sur des paramètres physiques fondamentaux.

Facteurs temporels

Proposition : La surveillance à long terme est un investissement valable.

Les données recueillies par des programmes nationaux appuient souvent un objectif d'évaluation spécifique et, par conséquent, leur collecte est limitée dans le temps. Il est donc difficile d'élaborer des séries chronologiques et d'étudier l'évolution des tendances. De plus, les problèmes à l'échelle mondiale sont souvent des processus qui ne sont décelables qu'après plusieurs décennies, par exemple l'accumulation de gaz à effet radiatif - les gaz à «effet de serre» - dans l'atmosphère. Si le monde avait surveillé, ne serait-ce que depuis cinq ans, les concentrations de dioxyde de carbone, on disposerait aujourd'hui d'informations permettant de déterminer si les augmentations observées sont réelles, et, dans l'affirmative, si elles sont significatives. Il arrive trop souvent que lorsqu'on n'est pas conscient du changement, on considère que c'est comme s'il n'y avait pas de changement.

Proposition : Il faut un réseau exploité et subventionné à l'échelle internationale pour la communication rapide des données satellites.

Pendant la récente crise au Moyen-Orient, GRID-Genève recevait par satellite des données numériques de GRID-Sioux Falls, situé à l'intérieur du Centre de données EROS du US Geological Survey (USGS), presque immédiatement après leur arrivée dans le réseau de télécommunications. Par contraste, les films développés étaient reçus seulement trois semaines plus tard. Le système ARTEMIS de la FAO peut recevoir les données des satellites NOAA presque immédiatement après leur réception sur terre, les traiter et les transmettre à des fins d'alerte avancée en quelques heures. Mais GRID et ARTEMIS sont des systèmes plutôt exceptionnels, à la pointe de la technologie. À moins qu'on ne possède une station réceptrice ou qu'on ne soit relié à un réseau de communications

grande vitesse, la rapidité avec laquelle l'utilisateur moyen, à l'extérieur de l'Amérique du Nord, reçoit les données relatives aux ressources du globe se mesure en semaines, et même en mois.

La technologie

Systèmes d'information

Proposition : Il faut renforcer les actions internationales de collecte, stockage et diffusion de l'information environnementale, ainsi que de promotion de techniques appropriées de traitement de l'information.

Il existe beaucoup de systèmes d'information, grands et petits, publics et privés. Il ne sera jamais possible ni souhaitable d'ailleurs d'amener tout le monde à utiliser un seul système normalisé vu la nécessité pour les experts sectoriels de continuer à contribuer à la génération d'information dans leurs secteurs. Les échanges entre systèmes et, par conséquent, entre secteurs, sont actuellement limités. Ils n'en sont pas moins essentiels pour intégrer les données, effectuer des évaluations et élaborer des options en matière de politique.

Proposition : Il faut mettre sur pied un système mondial d'échange et de diffusion d'informations sur les méthodes de surveillance et d'évaluation et sur les sources de données existantes, par exemple au centre HEM du PNUE à Munich, et dans le cadre d'autres systèmes mondiaux de diffusion de l'information, comme le RISCPT et INFOTERRA.

Le fait qu'il existe de l'information valable *quelque part* n'est pas très utile si on ignore où l'obtenir. La prolifération de l'information et des systèmes d'information ne peut être arrêtée, et doit en fait être encouragée. Toutefois, pour optimiser leur utilité et les importants investissements en deniers publics, il faut qu'on s'occupe davantage, à l'échelle internationale, du développement de systèmes d'information sur l'information même, à savoir les méta-bases de données.

Proposition : Compte tenu de leur capacité d'intégration d'information de différents secteurs à partir du dénominateur commun de la localisation géographique, ainsi que de leur accessibilité et de leur adaptabilité croissantes, les systèmes d'information géographique sont très prometteurs en ce qui concerne l'intégration de données intersectorielles.

La plupart des bases mondiales de données environnementales ne possèdent pas encore la capacité d'extraire et de combiner les informations sectorielles dans une forme qui permette de prévoir et d'évaluer les effets de projets de développement et d'investissements particuliers. Cette capacité devrait figurer parmi les facteurs utilisés pour déterminer la structure et la gestion des bases de données, ainsi que les règles d'accès à ces dernières.

Proposition : Il faut accorder plus d'attention et consacrer plus de recherche-développement à la gestion normalisée des données, aux techniques de communication et d'analyse de données à des fins environnementales, y compris les SIG, les systèmes experts, la simulation et la modélisation prédictive.

On travaille à la normalisation des rapports nationaux et à l'harmonisation des stratégies de gestion des bases de données afin de faciliter les évaluations intersectorielles intégrées, par exemple dans les programmes GEMS/AIR et GEMS/EAU, ainsi que dans des programmes régionaux comme EMEP et EMAP. Ces travaux sont en complément des activités menées par le GRID pour normaliser le traitement à l'échelle mondiale des ensembles de données à référence spatiale.

Systèmes satellites

Proposition : L'attention croissante qu'on semble accorder aux besoins d'information environnementale dans la conception de la nouvelle génération de satellites d'observation des ressources terrestres est tout à fait indiquée.

Bien que la génération actuelle de satellites d'observation des ressources terrestres, comme la série Landsat-x de la NASA, la série NOAA-x de la NOAA et les SPOT de la Téléspatiale, donnent une vue splendide de la surface de la terre avec, dans certains cas, une résolution de presque dix mètres, nombre de ces satellites ont été conçus pour des applications autres que celles pour lesquelles les utilisent le plus souvent les spécialistes des sciences de la terre. Ainsi, les Landsat-x, conçus à l'origine pour l'exploration minérale, et les NOAA-x, destinés à l'étude des nuages, sont tous deux utilisés régulièrement pour l'analyse des changements dans la végétation. Si les bandes spectrales sont suffisantes, elles ne sont certes pas idéales pour ces applications. SPOT, la nouvelle série de senseurs associés au programme EOS de la NASA, l'ERS-1 de l'Agence spatiale européenne et MOSS-1 du Japon ont tous été conçus avec une gamme plus large de senseurs, utiles pour les analyses environnementales tant terrestres que marines. Cela devrait contribuer à la réalisation du grand potentiel des satellites d'observation des ressources terrestres, un potentiel qui est resté largement inexploité dans le contexte du développement mondial des vingt dernières années.

Proposition : Il faut continuer à investir dans la R-D pour aider à combler la lacune en données de «vérité-sol» à l'échelle du globe.

L'écart entre l'interprétation des données numériques des satellites et les données de contrôle au sol semble, dans beaucoup de cas, aussi grande que la distance entre les véhicules satellites et la terre elle-même. Heureusement, le programme EOS investit dans les vérifications au sol ainsi que dans des matériels et programmes informatiques impressionnants. Les nouveaux programmes spatiaux nationaux dans le monde autorisent de grands espoirs sur le plan technologique, et l'Année internationale de l'espace pourrait jouer le rôle de catalyseur aussi bien pour les vérifications au sol que pour la vente de matériels et de programmes nationaux.

Télécommunications

Proposition : Il faut de toute urgence s'attacher à consolider et à coordonner à l'échelle internationale la multiplication des systèmes et des protocoles de télécommunications.

Malgré une technologie très avancée, les télécommunications internationales en matière d'échange de données environnementales ressemblent quelque peu à une Tour de Babel électronique. Si vous pensez que c'est là une affirmation exagérée, essayez d'envoyer un fichier texte à partir, par exemple, du siège du PNUE à Nairobi, via le système kényan local de commutation par paquets et les réseaux Bitnet et Telenet, jusqu'en Amérique du Nord, au Secrétariat du Forum. Tout comme les systèmes d'information, les systèmes de télécommunication, publics et privés, vont inévitablement se multiplier. La communication et l'échange efficaces et rapides de données entre les systèmes d'information (voir la section sur *Les systèmes d'information*) se feront finalement à l'aide des réseaux existants de télécommunications.

Mise en oeuvre

Bien que le document thématique n° 4 examine en profondeur les questions institutionnelles, les points suivants méritent d'être signalés dans le contexte spécial de la surveillance et de l'évaluation.

Coordination

Proposition : L'échange d'information étant la première étape sur la voie de coordination interprogrammes, il faut encourager les activités internationales de coordination comme le Forum, le Plan Vigie, et le Programme de la BIRD sur les systèmes d'information environnementale dans l'Afrique subsaharienne.

Les problèmes environnementaux recoupent de nombreuses disciplines et s'étendent sur de vastes régions. Aucun programme ne peut donc à lui seul en couvrir tous les aspects. Chaque organisme, national ou international, a un mandat particulier, invariablement de nature sectorielle, ce qui vient gêner la communication et l'échange ouvert d'information. On commence dans différentes régions à organiser des colloques sur l'échange d'information, par exemple les réunions annuelles intersecrétariats sur la pollution de l'air en Europe, organisées par le Bureau régional de l'OMS pour l'Europe. L'évolution est moins nette dans d'autres secteurs et dans les pays en développement. Il est possible qu'une nouvelle initiative de coordination internationale émerge de la Conférence de l'ONU sur l'environnement et le développement en 1992 et ce, en dépit du fait que la communauté internationale résiste à la création de nouvelles institutions. Dans le domaine de l'aide au développement, on a utilisé, au cours des trente dernières années, des deniers publics par des voies tant bilatérales que multilatérales pour faire les mêmes choses dans les mêmes pays. Maintenant que l'âge d'or des années 1970 est bel et bien révolu et que le centre d'intérêt n'est plus le Sud mais l'Est, les organismes donateurs et les services spécialisés de l'ONU commencent à se concerter. Il est évident qu'un tel dialogue s'impose et il est à espérer qu'il conduira à des interventions coordonnées.

Transfert de technologie

L'information seule n'est pas garante de l'action. Les tiroirs du monde en développement sont pleins d'information non utilisée, recueillie par des organismes externes dans le cadre de projets de développement. Cette collecte d'information est souvent répétée à l'occasion d'interventions ultérieures et ce, parce que généralement les experts étrangers laissent derrière eux certes un peu d'information nouvelle, mais peu de nouveaux moyens. Il est absolument essentiel que chaque pays ait la capacité institutionnelle voulue pour assurer la mise à jour, l'analyse, la communication et l'utilisation de l'information acquise.

Proposition : Il est essentiel d'appuyer davantage le renforcement de la capacité nationale de surveillance, d'évaluation et de gestion des données dans les pays en développement pour que ces pays se développent de façon durable et pour assurer la couverture requise en matière de données mondiales.

Les pays en développement ne participent que modestement aux réseaux mondiaux de surveillance, ou alors ils ont mis sur pied leurs propres réseaux de surveillance locaux. S'il n'est pas possible, en raison de contraintes économiques, d'avoir des stations de surveillance fixes pour répondre aux objectifs d'évaluation à l'échelle mondiale, d'autres systèmes de surveillance - comme des équipes mobiles de surveillance à l'échelle régionale et une plus grande utilisation de l'information provenant de la télédétection - pourraient servir de solutions de rechange, au moins jusqu'à ce qu'un financement réaliste à long terme puisse être consacré à des opérations permanentes.

Le conseil d'administration du PNUE a souligné la priorité qu'il fallait accorder aux transferts de technologie aux pays en développement et à la consolidation de leur capacité dans le domaine des méthodes de surveillance ainsi que dans ceux du traitement, de l'analyse, de la communication et de l'utilisation de l'information.

Le projet de Facilité internationale pour l'environnement dont il a été question précédemment fournit un cadre qui permettrait de renforcer ou d'implanter les réseaux mondiaux dans les pays en développement.

Proposition : La communauté internationale doit encourager le secteur industriel à fournir un soutien matériel plus important pour faciliter la surveillance et l'évaluation de la base de ressources dont il est lui-même tributaire.

Le secteur industriel est de plus en plus sensibilisé à l'importance du développement durable. Le Bureau de l'industrie et de l'environnement du PNUE est occupé à plein temps à orienter les intérêts, les énergies et les ressources du secteur industriel vers l'investissement dans une base de ressources durables et un environnement salubre et habitable. À titre d'exemple, par son appui à la GRID, la société IBM a contribué matériellement à la consolidation des programmes de surveillance et d'évaluation à l'échelle mondiale, régionale et nationale.

Considérations financières

Les programmes de surveillance sont souvent coûteux et il est difficile d'en voir les avantages à court terme, particulièrement dans les pays où l'alimentation, le logement, la santé et d'autres besoins fondamentaux soulèvent beaucoup plus de difficultés que dans les pays du Groupe des sept.

Les organismes nationaux ou internationaux n'ont pas les ressources voulues pour s'acquitter efficacement de la surveillance et de l'évaluation de base. Si les gouvernements qui souscrivent au Forum veulent vraiment coordonner et renforcer la surveillance et l'évaluation à l'échelle internationale, il faudra trouver des fonds pour :

- renforcer la capacité des organismes compétents de l'ONU;
- appuyer la coordination internationale, par exemple dans le cadre du Plan Vigie;
- répondre aux besoins des pays en développement dans les domaines de la surveillance, de l'évaluation, du contrôle de qualité et de la gestion des données en matière environnementale;
- étendre beaucoup plus efficacement le champ d'observation pour couvrir les zones situées en dehors des juridictions nationales, par exemple les océans.

Proposition : Tant et aussi longtemps que la communauté internationale ne sera pas prête à assumer les coûts élevés de l'entreprise, tout débat au niveau du Forum demeurera purement théorique.

Dans un récent rapport adressé à l'Assemblée générale des Nations Unies, le Secrétaire général évalue à 200 millions de dollars US par année le coût des initiatives susmentionnées. La majeure partie de ces fonds, environ 170 millions de dollars US, servirait à aider les pays en développement à consolider leur capacité nationale en ce qui a trait à la surveillance, l'évaluation et la gestion des données. L'ONU aurait elle-même besoin de 30 millions de dollars US pour ses programmes de surveillance et d'évaluation, une part relativement modeste de ce montant servant à assurer le rôle de coordination du PNUE au sein du Plan Vigie.

Remerciements

Nous remercions tout particulièrement Cristina Boelke pour ses conseils précieux au sujet de la présentation et de la teneur de la présente communication dès la mise en chantier. Ian Crain, Paul Rump, Dan Tunstall, Eric Rodenburg et David Crenna ont également fait des commentaires très utiles. Shawna Tropp a aidé considérablement à la révision du manuscrit. Nous les remercions tous d'avoir répondu à l'appel dans un délai aussi court.